



# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”

## **TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

JOSUÉ BERNABÉ COBEÑAS LAYZA

ASESORA:

Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

CHIMBOTE – PERÚ

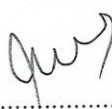
2018

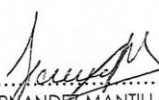
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) COBEÑAS LAYZA JOSUE BERNABE cuyo título es: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL A.H. SOLIDEX BAJO DEL C.P. SAN JACINTO DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH – 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 14.....(número) .....CAIDORE.....(letras).

Chimbote, lunes, 09 de julio de 2018

  
.....  
Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO  
PRESIDENTE

  
.....  
Mgtr. LEGENDRE SALAZAR SHEYLA MABEL  
SECRETARIO

  
.....  
Mgtr. FERNANDEZ MANTILLA JENISSE DEL ROCIO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud y bienestar y darme cada minuto de vida.

A mis padres, por darme la vida y que desde el cielo me están fortaleciendo en no decaer ante cualquier obstáculo.

A mis hermanos, por el apoyo incondicional en todo momento y guiarme con plenitud como persona y profesional.

A mis abuelos, por estar siempre presente en todo momento y aconsejarme día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar siempre en mi camino, guiarme e iluminando paso a paso de mi vida.

A mi familia por estar constantemente apoyándome y darme una educación digna.

A mis amigos por brindarme su apoyo, por los recuerdos memorables día a día en clases.

A mis docentes que tuve durante todo el ciclo, que fueron parte de mi formación como profesional.

## DECLARACIÓN JURADA

Declaratoria de autenticidad

Yo, JOSUÉ BERNABÉ COBEÑAS LAYZA con DNI: N° 44154846, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es verdad y auténtica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual acato a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 09 de Julio del 2018



---

JOSUÉ BERNABÉ COBEÑAS LAYZA

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional a la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”, con el objetivo de determinar la influencia del plástico reciclado en la “Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares.

En el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación, hipótesis y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir, el diseño de la investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de dicho lugar en el Asentamiento Humano Solidex Bajo – Centro Poblado San Jacinto con el fin de brindar y dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones, discusiones y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Así mismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y determinar la influencia del plástico reciclado en la “Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”.

## INDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Realidad Problemática .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Trabajos previos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 Antecedentes Internacionales .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1. Tipos de estabilización: .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.4. Material Plástico Reciclado:.....</b>	<b>15</b>
Trituración.....	20
Remoción de contaminantes: .....	20
Lavado:.....	20
Secado:.....	20
Pirólisis.....	20
Hidrogenación.....	20
Gasificación .....	21
Quimiólisis .....	21
Metanólisis .....	21
1.3.5. Cimentación:.....	22
1.3.6. Tipos de Suelos: .....	22
<b>1.4 Formulación del problema .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5 Justificación del estudio .....</b>	<b>24</b>
<b>1.6 Hipótesis .....</b>	<b>24</b>
<b>1.7 Objetivos .....</b>	<b>25</b>
1.7.1 Objetivos General .....	25
1.7.2 Objetivos Específicos.....	25
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Diseño de investigación .....</b>	<b>25</b>
2.1.1 Correlacional: .....	25
<b>2.2 Variables y Operacionalización .....</b>	<b>25</b>
2.2.1. Variables .....	25
2.2.2. Operacionalización .....	27
<b>2.3 Población y muestra .....</b>	<b>29</b>
2.3.1 Población: .....	29
2.3.2 Muestra: .....	29

2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5	Métodos de análisis de datos .....	29
2.6	Aspectos éticos .....	30
III.	RESULTADOS .....	30
IV.	DISCUSIÓN .....	48
V.	CONCLUSIONES .....	49
VI.	RECOMENDACIONES .....	49
VII	REFERENCIAS .....	50
	ANEXOS .....	52
	CERTIFICADO DE LABORATORIO .....	53
	NORMA E 050 .....	100
	ASTM D 422 .....	126
	DIN 4094 .....	133
	ASTM D1557 .....	139
	ASTM D 1883 .....	152
	PLANO DE UBICACIÓN .....	164

## RESUMEN

La presente investigación se llevó acabo, con el fin de determinar la influencia del plástico reciclado en la “Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”.

El presente estudio en cuanto a su contenido teórico se enmarca la estabilización del suelo y material plástico reciclado. La metodología que se utilizó fue no experimental y el tipo de investigación correlacional, debido a que se tiene dos variables de estudio, de modo que se establecerá el grado de relación que existe entre estas dos variables.

Para la recolección de datos se utilizaron los instrumentos de protocolos, una inspección visual in situ para la estabilización del suelo y la trituración para el plástico reciclado.

**Palabras claves:** Estabilización del suelo, plástico reciclado, con fines de cimentación

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in order to determine the influence of recycled plastic on the "Stabilization of soil in A.H. Solidex Bajo from C.P. San Jacinto district of Nepeña with recycled plastic material for foundation purposes of single-family homes, Ancash-2018 ".

The present study in terms of its theoretical content is framed by the stabilization of the soil and recycled plastic material. The methodology used was non-experimental and the type of correlational research, because there are two study variables, so that the degree of relationship between these two variables will be established.

For the data collection protocol instruments were used, a visual inspection in situ for the stabilization of the soil and the crushing for the recycled plastic.

Keywords: Soil stabilization, recycled plastic, for foundation purposes



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

**López (2013, p.12)** “Los residuos polímeros son reciclables y aprovechados para la fabricación de nuevos productos como envases, textiles, recipientes, etc. Colombia ha ascendido y genera una gran cantidad de residuos, la cantidad de desechos oscilan a 220 000 a 280 000 toneladas al año. Hace que reutilice los desechos poliméricos para mejorar las propiedades mecánicas y reducir el impacto ambiental”.

**Hernández (2016, p.8)** “En el Perú cada año se produce 3500 millones de botellas de plásticos, lo cual esto puede generar una reducción a la contaminación del medio ambiente, reduciendo la extracción de nuevas materias primas. Nuestra industria está compuesta en un 90% por recicladores informales, según Jacobo Escrivá, actualmente es usado en bebidas no alcohólicas, por su transparencia y moldeabilidad. Existe beneficios, sociales, económicos, también es rentable, y reduce a la contaminación a nuestro planeta. Es un material que fácilmente se puede triturar y convertir en otra botella lista para usar”.

A través de los años se ha buscado lograr buenos resultados para mejorar las propiedades mecánicas y que sean más resistentes y duradero para el beneficio de la comunidad del A.H. del C.P. San Jacinto- Distrito de Nepeña.

En el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto, se pudo observar que el suelo es arcilloso, por lo que puede ocasionar daños en los muros y afectar en el proceso constructivo.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo la mejoría de beneficiar y dar seguridad al A.H. del C.P. Solidex Bajo – Distrito de Nepeña; mejorar el suelo con fines de cimentación con adición del material plástico reciclado (pet), reduciendo su volumen y reutilizando como material recolector y reducir la contaminación ambiental.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Antecedentes Internacionales**

**López (2013)** para optar el título de Ingeniería Civil Ciudad de Envigado de Colombia, sustentó en su tesis “Suelos arcillosos reforzados con materiales de plástico reciclado (pet)”, tuvo como objetivo analizar el cambio a la resistencia de un suelo arcilloso cuando se adicionan fibras de materiales de plástico reciclado, llegando a concluir que a medida que la cantidad de porcentaje de fibra crece la resistencia del suelo también aumenta al igual que la deformación, por tal razón los esfuerzos a cortantes son mayores y la ductilidad crece. Al mejorar las propiedades del suelo, también puede disminuir el impacto ambiental sacando provecho de los residuos de la industria del plástico.

**Bauzá (2015)** de la Universidad de Sevilla de España, sustentó en su tesis “El tratamiento de los suelos arcillosos con cal comportamiento mecánico y evolución a largo plazo ante cambios de humedad”, consideró en su objetivo realizar un exhaustivo estudio del estado del conocimiento de los tratamientos de suelos con cal, llegando a finalizar que al tratar con cal produce rigidez del suelo reduciendo los coeficientes de compresibilidad hasta un orden de magnitud y generando un efecto similar a una pre consolidación. La cal mejora la resistencia ante la erosión de los suelos dispersivos, si bien también se detecta una pérdida eficaz con contenidos elevado

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

Se denomina estabilización de suelos al proceso de cambio en donde mejora la resistencia e incluye procesos químicos y físicos. (Ugaz, 2016, p.19).

#### 1.3.1. Tipos de estabilización:

##### 1.3.1.1 Estabilización Física:

Es utilizada para desarrollar el suelo realizando cambios físicos en el mismo. Hay varios métodos que son:

##### 1.3.1.1.1 Mezclas de suelos:

Es extenso uso, pero por si sola no se obtiene producir los efectos logrados, necesitándose siempre por lo menos la compactación como complemento. Los suelos de grano grueso como las gravas que tiene una alta fricción interna.

Las arcillas conservan una gran adherencia y un escaso de fricción, y hace que pierdan estabilidad cuando hay mucha humedad.

##### 1.3.1.1.2 Geotextiles:

Son telas porosas no biodegradables que pueden usarse como colador y para dominar el desgaste de terreno y el transporte de lodos.

##### 1.3.1.1.3 Vibroflotación:

Sirve para densificar suelos no cohesivos limpios, este vibrador hace que reduzca la energía intergranulares entre las moléculas del suelo.

##### 1.3.1.2. Estabilización Química: Esencialmente se da el uso al elemento químico demostrando e involucrando el reemplazo de iones metálicos y modificando los suelos:

##### 1.3.1.2.1. Cal: Reduce su plasticidad en los suelos arcillosos y bastante económico

##### 1.3.1.2.2. Cemento Portland: Aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.

##### 1.3.1.2.3. Productos Asfálticos: Es una emulsión muy usada para material triturado sin cohesión.

##### 1.3.1.2.4. Cloruro de Sodio: Impermeabilizan y reducir los polvos en el suelo, primordialmente para arcillas y limos.

##### 1.3.1.2.5. Cloruro de Calcio: Impermeabilizan y reducir los polvos en el suelo,

esencialmente para arcillas y limos.

**1.3.1.2.6. Escorias de Fundición:** Este se emplea habitualmente en carpetas asfálticas para darle máxima resistencia, impermeabilizarla y extender su vida eficaz.

**1.3.1.2.7. Polímeros:** Pueden definirse como un material de moléculas la gran mayor parte de los polímeros están formado por estructuras de carbón también llamadas compuestos orgánicos.

**1.3.1.2.8. Hule de Neumáticos:** Este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.

**1.3.1.3. Estabilización Mecánica:**

Es aquella con la que se alcanza desarrollar notablemente un suelo que se realiza reacciones químicas esenciales.

**1.3.1.3.1. Compactación:** Este mejoramiento comúnmente se hace en la sub base, base y en las carpetas asfálticas. **(Altamirano y Díaz 2015 pp, 38- 45)**

**1.3.1.4. Propiedades Mecánicas del Suelo:**

**1.3.1.4.1. Capacidad Portante:**

Se le designa capacidad portante al terreno de sostener cargas aplicadas sobre la cimentación y el terreno. **(Huanca, 2016.p.175)**

**1.3.1.4.2 Proctor Modificado:**

Se determina la mayor densidad seca a la que pueda presentar el material y el contenido de humedad inmejorable. **(Rengifo, 2014, p.23).**

**1.3.1.4.3 Análisis granulométrico:**

Este ensayo está reglamentado a la norma ASTM D 422 y se realiza para definir el tamaño de las partículas de la muestra del suelo. **(López, 2013, p.31).**

#### **1.3.4. Material Plástico Reciclado:**

Es el proceso de restauración de desechos de plásticos y darle un mejor uso como materia prima. **(Zavala, 2015, p.12).**

##### **1.3.2.1 Historia del Plástico:**

Se denomina dúctil, en su representación común, se adapta a los elementos de diferentes esquemas y su creación va reduciendo de un sitio estable de cocción y adquieren durante una distancia de temperaturas y sus características de maleabilidad que accedan formarlas y adecuarlas a diferentes diseños y utilidad. Su determinación por conservar un elevado vínculo de fortaleza, pertenencia extraordinaria para la separación caliente, eléctrica y un buen aguante a los ácidos, álcalis y emulsión.

El Pet lo legalizaron como un elemento químico para fibra por “J. R. Whinfield y J. T. Dickson en 1941”. La industria mercantil de fibra de poliéster comenzó en 1955, desde entonces, se ha iniciado una constante formación científica hasta conseguir un excelente nivel de elegancia. Al inicio de 1976 se usa para la empresa de recipientes presto, cristalino y sólidos, esencialmente para líquidos, sin embargo, el PET ha tenido una formación excelente para empaques.

Sus propiedades del polímero, se ha transformado en un material de envoltura mejor apropiado en todo el mundo especialmente para recipiente de bebidas. La capacidad de esta estructura son las pertenencias que muestran dicho material básicamente, las botellas son acelerados, cristalino, reluciente y con mayor aguante a colisiones, tienen cierre impermeable, no modifican sus propiedades de volumen y no son dañinos. **(Jiménez, 2013, pp.20- 21).**

En una aplicación dirigida a cabo por la “Franklin Associates Limited” se relacionó la eficacia en todo lo que a firmeza consumida de botellas correspondientes de distintos materiales. La solución sugiere que el recipiente PET solicita menos vigor e inevitable para su elaboración de botellas de aluminio y de cristal. También, se percibió que el impacto ambiental de las botellas de PET es pequeña. Asimismo, el PET posee su mayor diversidad científica y tributario del beneficio a embotellar, de las

circunstancias de la feria (climatología, hipertermia, saturación condiciones de almacenamiento, nivel de automatización y de la calidad del enlatado) y su bosquejo, admite mejorar la gravedad del recipiente y amoldar una exigencia notificada. **(Muñoz, 2012, p.36).**

El PET solicita escurrir antiguamente un tratamiento fundido donde determina por ser tangible por un elevado valor higroscópico, donde impregna saturación al medio ambiente. Mientras acumula un látex, empapa humedecimiento incluso adquiere una simetría. Es un importe de 0.6% en gravedad. Sin embargo, se sostiene en empaques sellados no satura elevación de saturación superior al 0.2%. Para producir un excelente fruto de PET se notifica una saturación no mínima de 0.004% y de ser favorable inclusive 0.003% antiguamente de introducir el material. La capacidad de escurrir el líquido a la temperatura de unificación origina el envilecimiento hidrolítico de la sustancia química lo que compromete el beneficio de un fragmento endeble. **(Muñoz, 2012, p.43).**

#### **1.3.2.1.1 PET (POLIETILENO TEREF TALATO):**

Es un polímero de material de alta resistencia, termoplástico (a presiones y temperaturas adecuadas puede ser fundido y moldeado nuevamente), usados para las botellas de gaseosas, jugos, gaseosas, películas, aceites, fibras, láminas, etc.

El pet está constituido de petróleo verde, vapor y brisa. “Un kilo de pet es 64% de petróleo, 23%”, procede agua fluido innato y 13% de brisa. Al separar del combustible verde se exprime el paraxileno y se estropea con la brisa para dar acre tereftálico. El etileno, donde logra primordialmente procede del vapor innato, es roñoso con atmósfera para crear el etilenglicol. La composición del acre tereftálico y el etilenglicol fabrica un producto de PET” (Ministerio de Ambiente, 2004). **(López, 2013, p.21).**

Fundamentalmente el PET se recicla instintivo, con un inoportuno particular de un material con suciedad los envases, que portan anexan pegatinas y lienzos. Para que el PET reciclado pueda emplear un moderno en servicio de fricción derecho comestibles se usa la ciencia de coextrusión, en el cual se localiza un estrato de PET reciclado entre dos vetas de PET casto. Este ejemplo de recipiente se impone un estudio

para afirmar que no se fabrican salidas del reciclado hacia lo comestible. **(Reyna, 2016, p.21).**

El material plástico obtiene diversos factores a favor: es económico, tenue, fuerte muy sólido y hasta buen aislador galvánico y auditivo. El motivo de este propósito se apoya en el consumo de esta sustancia prima, y asegurar en los cimientos de casas y tener una mejor edificación. **(Reyna, 2016, p.15).**

#### **1.3.2.2 Propiedades de las botellas de plástico:**

Sus propiedades físicas del pet y su volumen para cumplir diferentes especificaciones técnicas han sido fundamentales para que el material haya alcanzado un crecimiento en la producción de fibras textiles y de una gran diversidad.

Alta resistencia al desgaste

Buena resistencia química

Excelentes propiedades mecánicas

Alta rigidez y dureza

Biorientable

Cristalizable

Liviano

Totalmente reciclable

Alta rigidez y dureza. **(Colomo, 2013, pp.44 - 45)**

#### **1.3.2.3 Ventajas y Desventajas de las Botellas de Plástico:**

En la producción de la construcción es uno de los sectores es fundamental utilizar diversos elaboración de plásticos.

##### **1.3.2.3.1 Ventajas:**

Es flexible dependiendo de las características que se pueda requerir.

Es muy duradero

Altera su resistencia del plástico

Adquiere una resistencia única a las sustancias químicas (líquidas y gases)

Mantiene altas y/o bajas influencias y temperaturas.

##### **1.3.1.3.2 Desventajas:**

Son de residuos de difícil resultado.

Material de poco común y usado en la actualidad y comunidad que se

pueda usar en la construcción.

No se recolecta mucho para poder reemplazar como una materia prima.  
(Zavala, 2015, pp.14-15)

#### **1.3.2.4 Tipos de Reciclados:**

Es disminuir el volumen y el peso de los residuos de plásticos y darle un mejor proceso como materia prima. (Hachi y Rodríguez, 2010).

##### **1.3.2.4.1 Reciclaje mecánico:**

Consta en excluir los plásticos por clase, lavarlos, triturarlos incluso convertirlos en pequeños trozos y se pasará a licuar en un molde para producir un nuevo producto.

##### **1.3.2.4.2 Reciclaje químico:**

Consta en destituir el plástico mediante calor para producir nuevamente moléculas simples.

##### **1.3.2.4.3 Recuperación de energía:**

Convierte el plástico en un combustible para la generación de energía.  
(Colomo, 2013, p.22)

#### **1.3.4 Obtención del PET:**

El plástico es una resina poliéster de glicol etilénico y ácido tereftálico. Se clasifica en función de la viscosidad intrínseca, la cual es directamente proporcional a su peso molecular y de la modificación polimérica que reduce la velocidad de cristalización y el punto de fusión.

##### **1.3.4.1 Polimerización:**

De manera industrial, se puede partir de dos productos intermedios distintos:

- TPA -Ácido Tereftálico
- DMT –Dimetiltereftalato

Cuando la masa del polímero ha alcanzado la viscosidad deseada, se romperá el vacío, introduciendo nitrógeno en el recipiente. En este punto se detiene la reacción y la presencia del nitrógeno evita fenómenos de oxidación. La masa fundida, por efecto de una suave presión ejercida por el nitrógeno, es obligada a pasar a través de una matriz, en forma de hilos gruesos, cayendo en un recipiente con agua, donde se enfrían y consolidan. Los hilos que pasan por una cortadora, se reducen a gránulos, los cuales, tamizados y desempolvados se envían al almacenamiento y fabricación.



#### **1.3.4.2 Cristalización:**

La cristalización es el cambio de estructura de los polímeros semicristalinos, de estructura amorfa (transparente a la luz), a una estructura cristalina (opaca a la luz) que le confiere a la resina una coloración blanca lechosa. El proceso industrial consiste en un tratamiento térmico a 130 - 160 °C, durante un tiempo que puede variar de 10 minutos a una hora. Con la cristalización, la densidad del PET pasa de 1.33 g/cm<sup>3</sup> del amorfo a 1.4 del cristalino. **(Hachi y Rodríguez,2010, pp.30-31)**

#### **1.3.4.3 Reciclaje:**

El reciclaje consiste en someter un material o producto ya utilizado a un nuevo ciclo de tratamiento total o parcial, para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos en el ciclo de la reutilización, esto se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos.

#### **1.3.4.4 El reciclado de plásticos:**

En el caso de los residuos plásticos, la reducción en la fuente es responsabilidad de la industria petroquímica (fabricante de los diferentes tipos de plásticos), de la industria transformadora (que toma esos plásticos para fabricar los diferentes productos finales), y de quién diseña el envase (envasador).

También podría decirse que al consumidor le corresponde una buena parte de la responsabilidad, ya que es quién tiene la facultad de elegir entre un producto que ha sido concebido con criterio de reducción en la fuente y otro que derrocha materia prima y aumenta innecesariamente el volumen de los residuos.

##### **1.3.4.4.1 Reciclado mecánico:**

El reciclado mecánico es la conversión de los desechos plásticos post-industriales o post-consumo en gránulos que pueden ser reutilizados en la producción de otros productos, dicho reciclado hace posible obtener diferentes plásticos en determinadas proporciones o productos compuestos por un único tipo de plástico. El reciclaje mecánico consta de las siguientes etapas: **(Hachi y Rodríguez,2010, pp.32-33)**

### **Trituración**

El plástico es fragmentado en pequeñas partes con un molino especial

### **Remoción de contaminantes:**

En esta etapa son removidos los diferentes tipos de contaminantes por ejemplo etiquetas, papel otros contaminantes.

### **Lavado:**

Después de la remoción de contaminantes, el plástico pasa por una etapa de lavado para eliminar la suciedad. Es preciso que el agua de lavado reciba un tratamiento para su reutilización o emisión como afluente.

### **Secado:**

En esta etapa se retira el agua que se encuentra junto al material, el método utilizado es conocido como centrifugado, aquí el material pasa por una centrifugadora la cual retira el exceso de agua.

**(Hachi y Rodríguez, 2010, pp.34-35)**

#### **1.3.4.4.2 Reciclado químico:**

El reciclado químico comenzó a ser desarrollado por la industria petroquímica con el objetivo de lograr las metas propuestas para la optimización de recursos y recuperación de residuos. Algunos métodos de reciclado químico ofrecen la ventaja de no tener que separar tipos de resina plástica, es decir, que pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación. Dando origen a productos finales de muy buena calidad. Los principales procesos existentes son:

#### **Pirólisis**

Es el craqueo de las moléculas por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías.

#### **Hidrogenación**

En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.

## **Gasificación**

Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

## **Quimiolisis**

Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poli acetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcoholisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.

## **Metanólisis**

Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen. Varios productores de polietilentereftalato están intentando de desarrollar este proceso para utilizarlo en las botellas de bebidas carbonadas. Las experiencias llevadas a cabo por empresas como Hoechst-Celanese, DuPont e Eastman han demostrado que los monómeros resultantes del reciclado químico son lo suficientemente puros para ser reutilizados en la fabricación de nuevas botellas de PET. **(Hachi y Rodríguez, 2010, pp.35-36)**

### **1.3.5. Cimentación:**

Es una parte estructural que se requiere transmitir las cargas del terreno natural. Dando una resistencia, firmeza y así no causar daños materiales o estructurales. (Laura, 2016, p.51)

#### **Cimentación Superficial:**

Se determina como una parte estructural donde se transmite cargas de una edificación a profundidad menores a 4m aproximadamente del terreno. Incluyen zapatas:

**Zapatas aisladas:** Es usada sobre el terreno para una buena resistencia y transmite carga a una sola columna.

**Zapatas combinadas:** Es un elemento donde transmite dos columnas o más, separadas a una distancia de 3 a 5 m.

**Zapatas corridas:** Se usa para cimentar muros portantes, muros de contención. (Laura, 2016, p.58).

### **1.3.6. Tipos de Suelos:**

Se produzco hace cierto de decenas de años, la ingeniería ha investigado de descubrir una razón apropiado y global para organizar el terreno considerando sus peculiaridades físicas como medio de suministrar su conducta mecánica. (Ugaz, 2006, p.73)

#### **1.3.6.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):**

El sistema unificado de clasificación de Suelos (SUCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

Se da inicio a partir por la mala N° 200, que los divide en 2 grandes grupos: suelos gruesos y finos.

##### **1.3.6.1.1 Símbolos del suelo SUCS:**

**Piedra bien graduada (GW):** Poseen amplia gama de tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.

**Piedra mal graduada (GP):** Donde determina un tamaño o un tipo de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios,

**Piedra limosa(GM):** Poseen mezclas de grava, arena y limo. La fracción fina es poco o nada plástica.

**Piedra arcillosa (GC):** Adquiere mezclas de grava, arena y arcilla. La fracción fina es plástica.

**Arena bien graduada (SW):** Son arenas con grava, con poco o nada de fino que tienen amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.

**Arena mal graduada (SP):** Con promedio de un tamaño o un tipo de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios

**Arenas limosas(SM):** Mezcla de arena y limo. Su fracción es poco o nada plástica.

**Arena arcillosa (SC):** Mezcla de arena y arcilla. Su fracción fina es plástica.

**Limoso inorgánico de baja plasticidad (ML):** hecho de polvo de roca, ligeramente plásticos.

**Arcilla de baja plasticidad (CL):** son de baja o media plasticidad, están incluidas las arcillas con grava, arenosas, arcillas limosas.

**Material orgánico (OL):** Incluye los limos orgánicos y las arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad

**Suelos organice es de alta plasticidad (OH):** Son conocidas de media o alta plasticidad sus suelos limosos y arcillosos. (Ugaz,2006, pp.77-78)

#### **1.3.6.2 Sistema de AASHTO:**

Este método detalla una técnica para organizar suelos en 7 conjuntos, demostrando en sus definiciones de ensayos de granulometría, limite líquido e índice de plasticidad en el laboratorio.

El grupo se clasifica, incluyendo el índice de grupo, se usan para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de subrasante, sub base y base.

Establecer la solución de las pruebas solicitadas. El primer grupo desde la izquierda que satisface los datos de ensayo es la clasificación correcta. Todos los valores límites son enteros, si alguno de los datos es decimal, se debe aproximar al entero más cercano.

El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis después del símbolo del grupo como: A-2-6 (3); A-7-5 (17), etc. El termino material granular se aplica a aquellos con 35% o menos bajo tamiz N0 200; limoso a

los materiales finos que tienen un índice de plasticidad de 10 o menor; y arcilloso se aplica a los materiales finos que tienen índice de plasticidad 11 mayor. Materiales limo arcillosos contienen más de 35% bajo tamiz NO 200.

Cuando se calcula índices de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7, use solamente el término del índice de plasticidad de a formula.

Cuando el suelo es N.P. o cuando el limite liquido no puede ser determinado, el índice de grupo se debe considerar (0). (**Ugaz, 2006, pp.78-79**)

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo influye el plástico reciclado en la Estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado San Jacinto del distrito de Nepeña con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018?

#### **1.5 Justificación del estudio**

El suelo del A.H. Solidex Bajo en el C.P. de San Jacinto es limoso, es por eso el motivo que afectan mucho a las estructuras de las viviendas, ocasionan fisuras a sus muros, para dar solución y seguridad a la población se le adicionará el material plástico reciclado. Este proyecto de investigación es de mejorar, fortalecer y estabilizar el suelo y así tener una cimentación y una mejor edificación, es el motivo que se usará el material plástico reciclado (PET) que tiene como propiedades flexibilidad y elasticidad que permite transformación definido. Una vez que alcanza su forma final, beneficia ser bastante resistente, difícil de deteriorar y será más duradero.

#### **1.6 Hipótesis**

El plástico reciclado influirá positivamente en la estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado de San Jacinto debido a sus excelentes propiedades mecánicas – Distrito de Nepeña con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash – 2018

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivos General**

- Determinar la influencia del plástico reciclado en la “Estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Identificar el tipo del suelo del asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado de San Jacinto distrito de Nepeña para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares.
- Obtener una muestra homogénea del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo con plástico reciclado en cada proporción de un porcentaje de 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares al adicionarle material plástico reciclado con un porcentaje 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

El proyecto de esta investigación tiene un planteamiento cuantitativo, no experimental.

#### **2.1.1 Correlacional:**

Es un tipo de estudio que tiene como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables. Los estudios cuantitativos correlacionales miden el grado de relación entre esas dos o más variables. (Hernández, 2003, p.121).

### **2.2 Variables y Operacionalización**

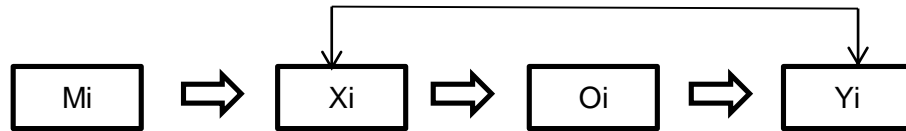
#### **2.2.1. Variables**

##### **2.2.1.1 Variable Independiente:**

Material plástico reciclado

#### 2.2.1.2. Variable Dependiente:

Estabilización del suelo



Dónde:

Mi: Número de calicatas

Xi: Material plástico reciclado

Oi: Resultado

Yi: Estabilización del suelo



### 2.2.2. Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Estabilización del suelo	Se denomina estabilización de suelos al proceso de cambio en donde mejora la resistencia e incluye procesos químicos y físicos.(Ugaz,2016,p.19)	Mediante una inspección in situ, mediante protocolos, calicatas y ensayos para ver la calidad del material del terreno.	Propiedades mecánicas	Capacidad portante	Nominal
			Tipo de suelo	Análisis granulométrico	

Material plástico reciclado	Es el proceso de restauración de desechos de plásticos. y darle un mejor uso como materia prima (Zavala, 2015, p.12)	El material plástico reciclado será triturado y su peso será hallado en volumen	Material plástico reciclado	Análisis mecánico  Análisis químico	Razón
--------------------------------	---	---	--------------------------------	---	-------

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población:**

Está conformado por: Pasaje girasoles, El Carmen, El Trébol, Las Violetas, Las Margaritas.

### **2.3.2 Muestra:**

Se realizó 4 calicatas de acuerdo a su área del terreno 13 000 m<sup>2</sup>.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Aplicación</b>
Observación	Protocolos	descriptiva

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

El método de análisis es descriptivo, se llevará acabo el estudio del suelo con el objetivo de mejorar y de consistir su propiedad mecánica.

Esta investigación se realizó de acuerdo a los objetivos establecidos:


- Identificar el tipo del suelo del asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado de San Jacinto, el propósito es determinar qué tipo de terreno es, por ello se hizo ensayos: DPL y análisis granulométrico, según su clasificación SUCS se determinó un suelo limoso inorgánico de baja plasticidad (ML).
- Obtener una muestra homogénea del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo con plástico reciclado en cada proporción de un porcentaje de 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, se realizó los ensayos de CBR en laboratorio para ver el mejoramiento del terreno en sus proporciones mencionadas.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo, cabe mencionar que este ensayo nos permite evaluar el terreno si está en buenas o malas condiciones, al adicionarle el material Pet, en cada proporción; 0.2%,0.5%,1.0% y 1.5% se determina mejoramiento de terreno.

## 2.6 Aspectos éticos

El investigador se compromete a acatar con particularidad, a facilitar resultado veraz, credibilidad y elaborar con respeto al medio ambiente y con responsabilidad comunitario.

## III. RESULTADOS

- Identificar el tipo del suelo del asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado de San Jacinto distrito de Nepeña para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares.

REGISTRO DE SONDAJE									
Profundidad total (metros)	Espesor de Estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (w%)
-1.50	0.10	CALICATA	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		<b>PRIMER HORIZONTE: CAPA CONTAMINADA</b> Estrato limoso con contaminado con recursos vegetales como raíces.			
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60			Mab-01		<b>PRIMER HORIZONTE: LIMOS INORGANICOS ARENOSOS</b> Estrato formado por limos inorgánicos arenosos ligeramente plásticos con presencia de gravas de hasta de 1 1/2" Condición del suelo de baja plasticidad, con moderada humedad y con un grado de compactación suelto. Color predominante del suelo es un gris oscuro. <b>Del análisis en laboratorio dio:</b> 0.58 % de Grava 39.27 % de arena de grano uniforme 60.15 % de finos no plásticos	ML	A-4 (3)	8.40
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								

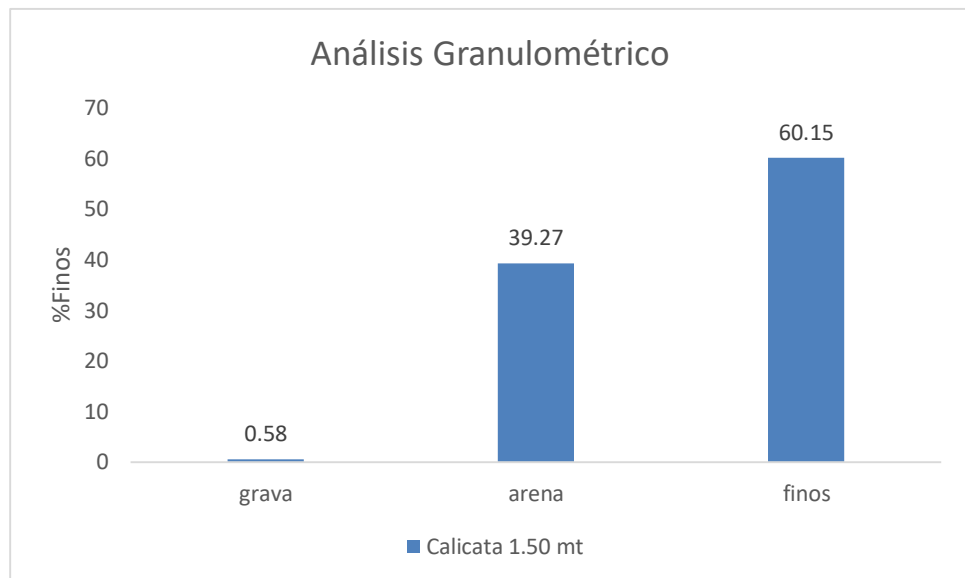
Descripción: Se define por capas o estratos de rocas sobrantes alrededor en un definido territorio.

Interpretación: en el gráfico se aprecia la profundidad de 1.50 mt. de la calicata, donde se determinó por su clasificación SUCS un suelo limoso inorgánico de baja plasticidad (ML).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D- 422

Como objetivos tenemos los siguientes resultados:

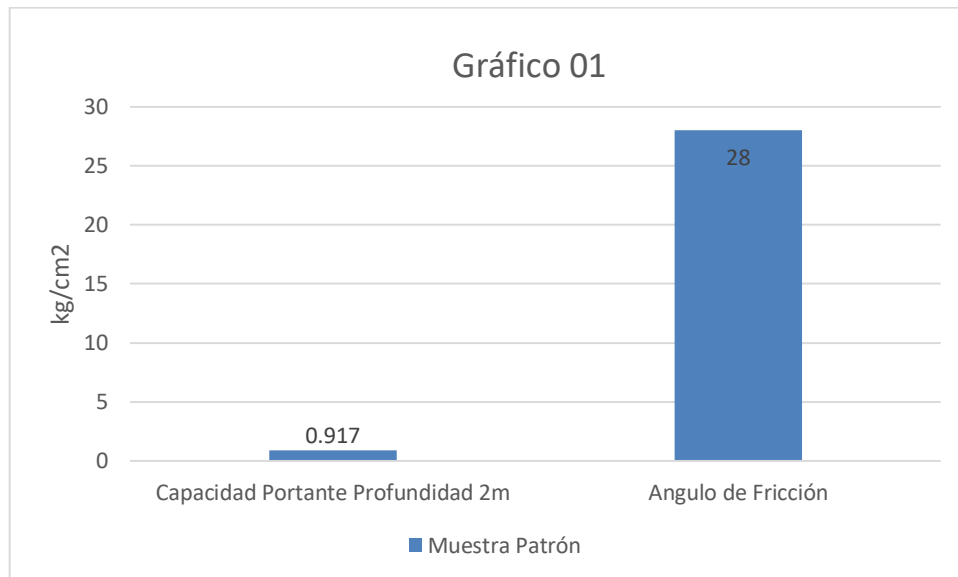
- Obtener una muestra homogénea del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo con plástico reciclado en cada proporción de un porcentaje de 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares al adicionarle material plástico reciclado con un porcentaje 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.



Descripción: Se determinó los perfiles estratigráficos del terreno natural

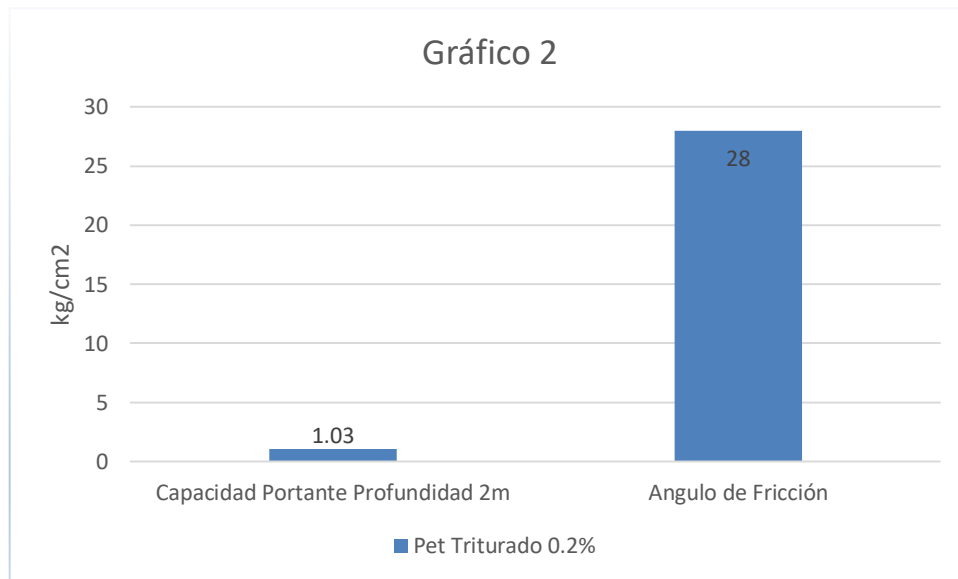
Interpretación. En el análisis granulométrico se determinó con poca grava de 0.58%, en arena 39.27%, mientras que en los finos tiene un porcentaje alto de 60.15%, donde se determinó que es un suelo limoso inorgánico.

## Capacidad portante y ángulo de fricción



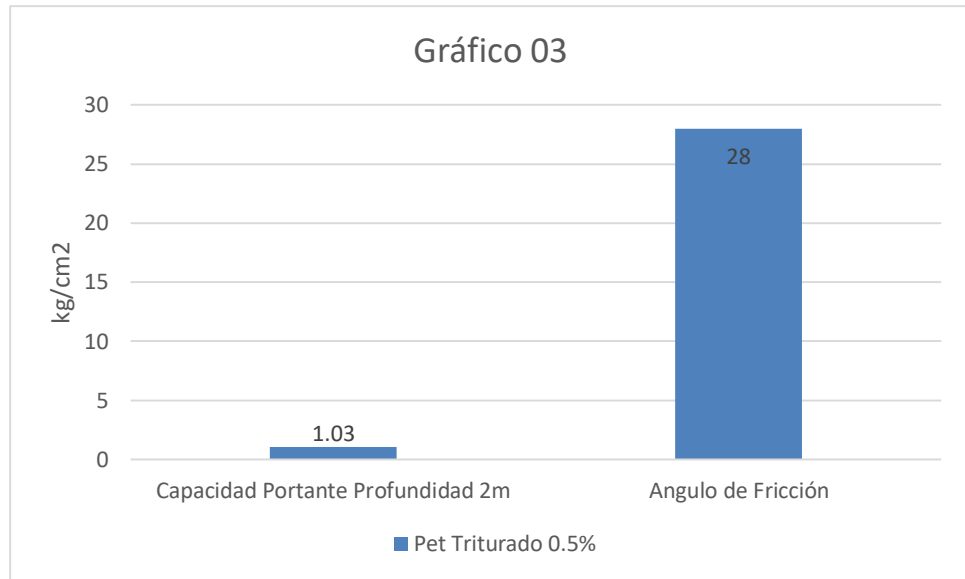
Descripción: El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

Interpretación: en el gráfico se aprecia que la capacidad portante del terreno natural a una profundidad de 2m es de 0.917 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 28 kg/cm<sup>2</sup>.



**Descripción:** El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

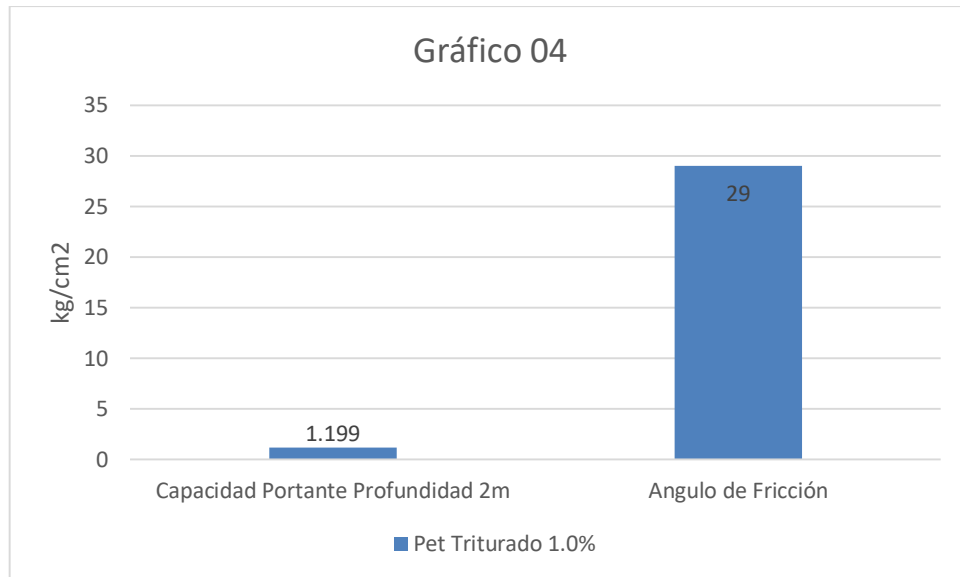
**Interpretación:** en el gráfico se aprecia que la capacidad portante con Material Pet a 0.2% de profundidad de 2m es de 1.030 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 28 kg/cm<sup>2</sup>.



**Descripción:** El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

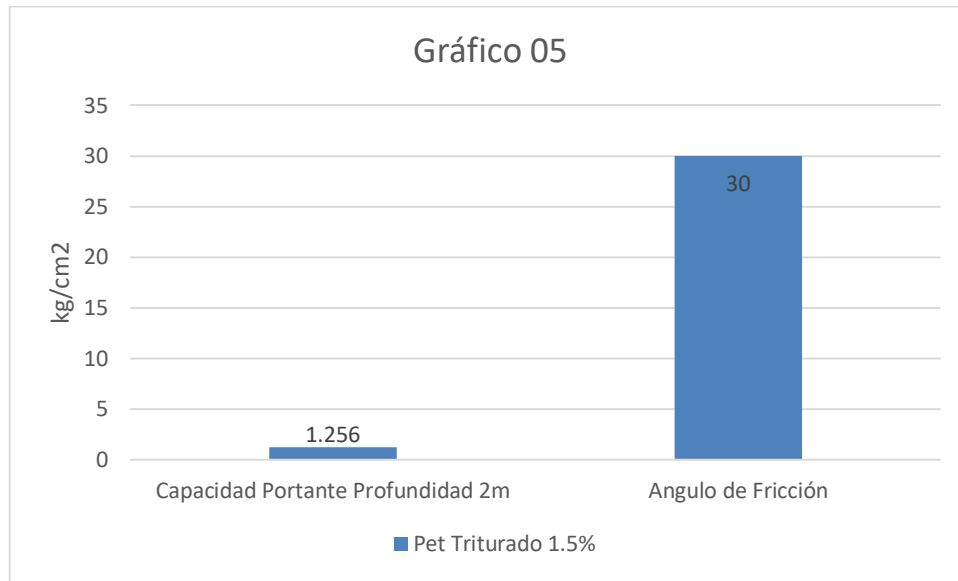
**Interpretación:** en el gráfico se aprecia que la capacidad portante con Material Pet a 0.5% de profundidad de 2m es de 1.030 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 28 kg/cm<sup>2</sup>.





**Descripción:** El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

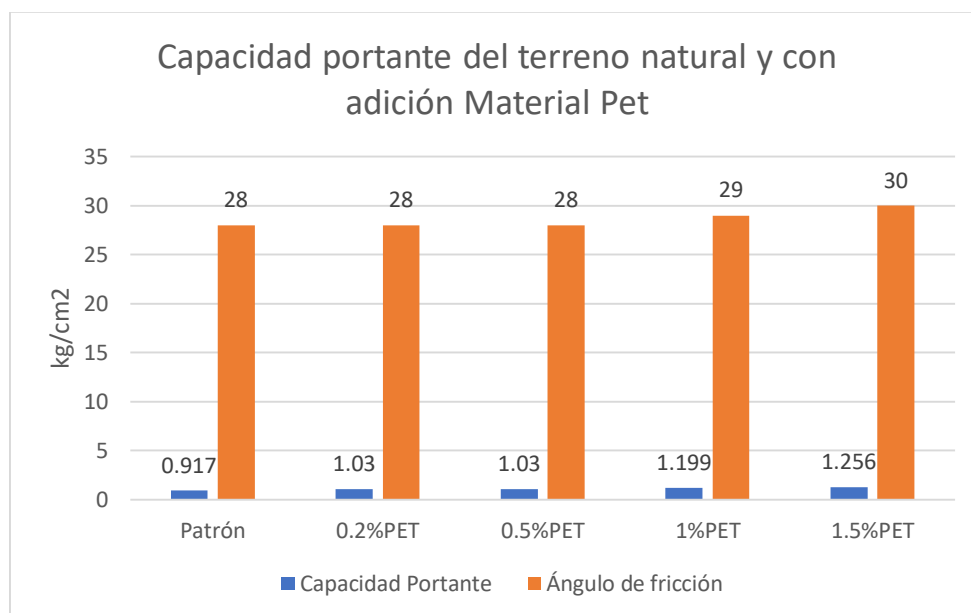
**Interpretación:** en el gráfico se aprecia que la capacidad portante con Material Pet a 1.0% de profundidad de 2m es de 1.199kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 29 kg/cm<sup>2</sup>.



**Descripción:** El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

**Interpretación:** en el gráfico se aprecia que la capacidad portante con Material Pet a 1.5% de profundidad de 2m es de 1.256 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 30 kg/cm<sup>2</sup>. Es un porcentaje óptimo, donde obtiene su mejor capacidad portante, adicionando el Material Pet a 1.5%.

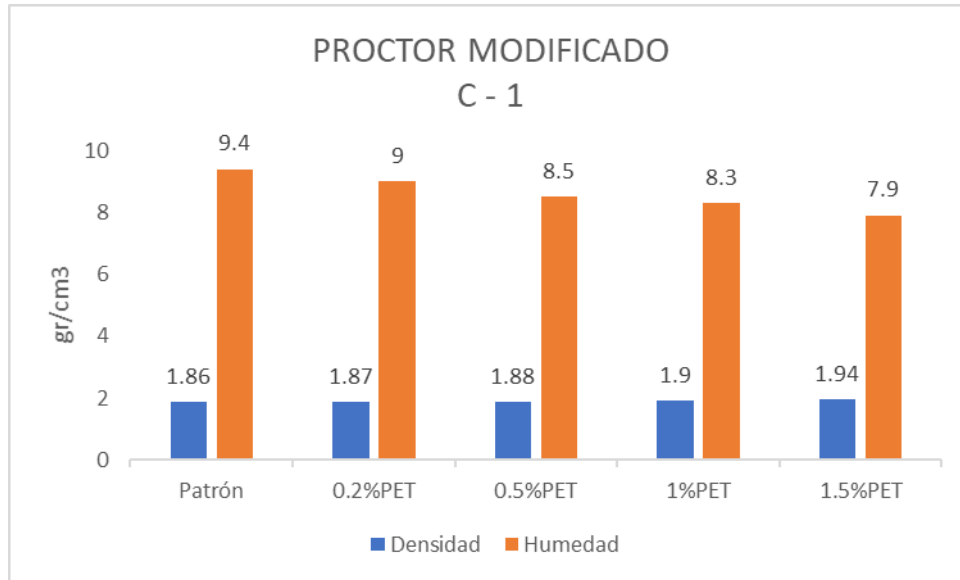
## CUADRO DE RESUMEN



Descripción: El cálculo de la portante se definirá para realizar si el terreno de fundación es capaz de soportar cargas de diseño para estructuras.

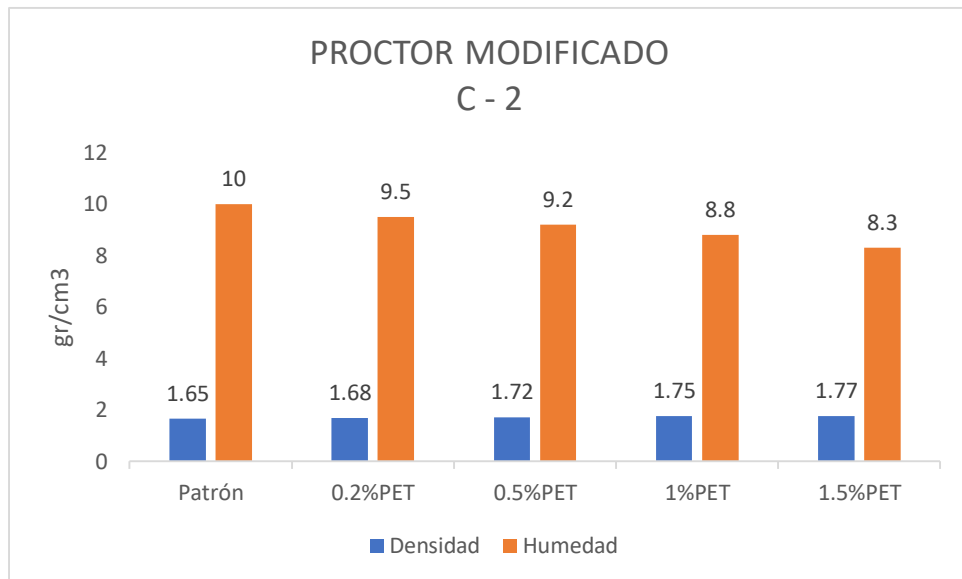
Interpretación: en el gráfico resumen se aprecia que la capacidad portante con Material Pet a 1.5% de profundidad de 2m es de 1.256 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 30 kg/cm<sup>2</sup>. Donde obtiene un óptimo de densidad, debido a su compactación y al Material Pet.

## PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557



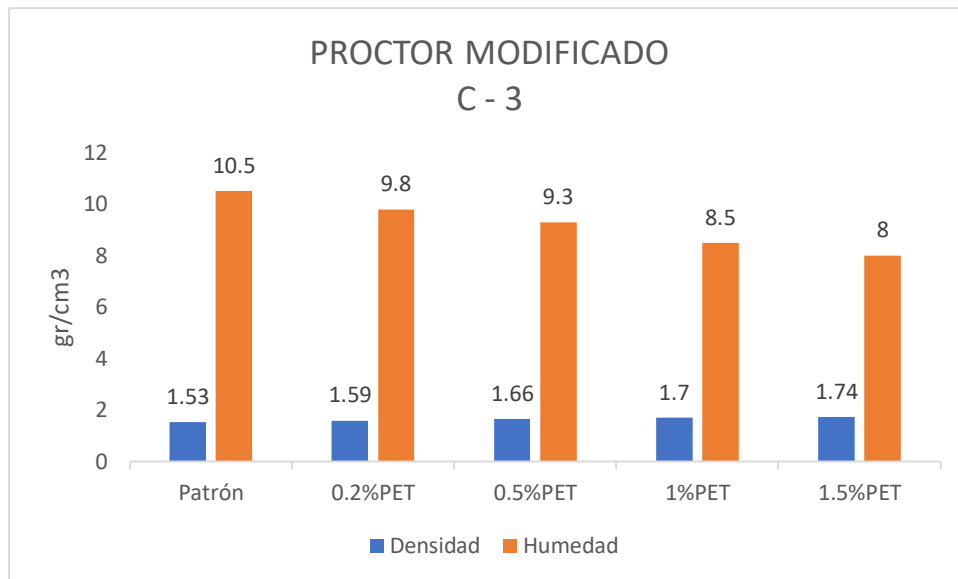
Descripción: Se determina la densidad seca máxima del terreno con su grado de humedad óptima.

Interpretación: En el gráfico representado se observa que la muestra patrón logra su densidad seca de 1.86 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.4%, al aumentar los porcentajes de material pet crece al 0.2% su densidad seca 1.87gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.0%,0.5% su densidad seca es de 1.88gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 8.5%,1.0% su densidad seca 1.9gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 8.3% mientras tanto el ultimo porcentaje adicionado de 1.5% su densidad seca aumenta al 1.94 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima disminuye aún 7.9% , determinando que la densidad seca aumenta por el suelo compactado, disminuyendo su humedad óptima.



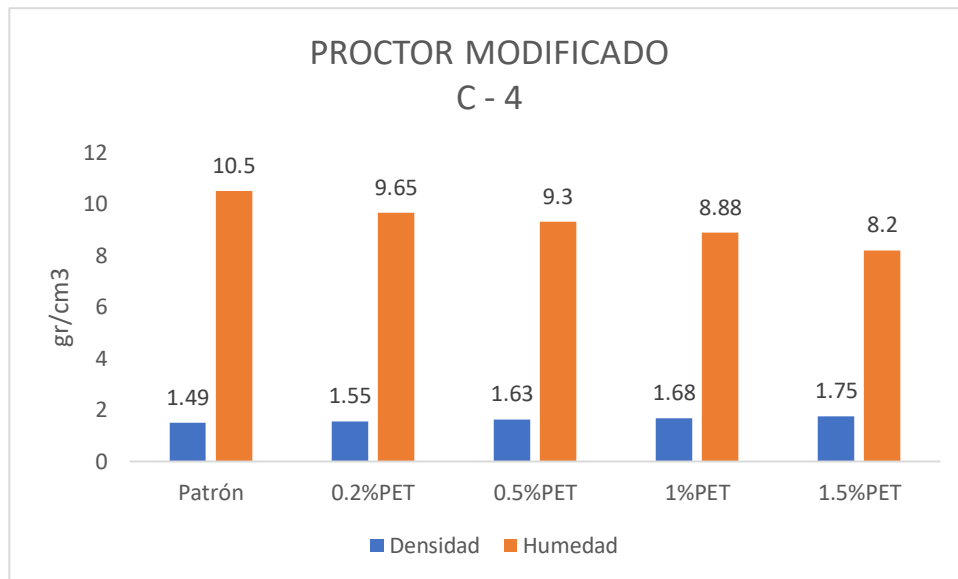
**Descripción:** Se determina la densidad seca máxima del terreno con su grado de humedad óptima.

**Interpretación:** En el gráfico representado se observa que la muestra patrón logra su densidad seca de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 10%, al aumentar los porcentajes de material pet crece al 0.2% su densidad seca 1.68gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.5%,0.5% su densidad seca es de 1.72gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.20%,1.0% su densidad seca 1.75gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 8.8% mientras tanto el ultimo porcentaje adicionado de 1.5% su densidad seca aumenta al 1.77 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima disminuye aún 8.3% , determinando que la densidad seca aumenta por el suelo compactado, disminuyendo su humedad óptima.



**Descripción:** Se determina la densidad seca máxima del terreno con su grado de humedad óptima.

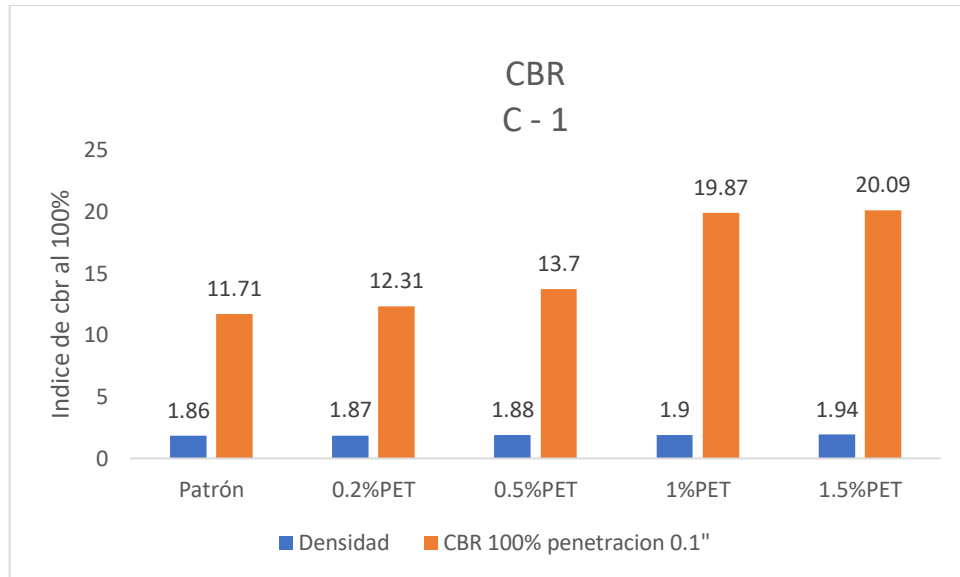
**Interpretación:** En el gráfico representado se observa que la muestra patrón logra su densidad seca de 1.53 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 10.5%, al aumentar los porcentajes de material pet crece al 0.2% su densidad seca 1.59gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.8%, 0.5% su densidad seca es de 1.66gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.33%, 1.0% su densidad seca 1.70gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 8.5% mientras tanto el ultimo porcentaje adicionado de 1.5% su densidad seca aumenta al 1.74 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima disminuye aún 8.0% , determinando que la densidad seca aumenta por el suelo compactado, disminuyendo su humedad óptima.



**Descripción:** Se determina la densidad seca máxima del terreno con su grado de humedad óptima.

**Interpretación:** En el gráfico representado se observa que la muestra patrón logra su densidad seca de 1.53 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 10.5%, al aumentar los porcentajes de material pet crece al 0.2% su densidad seca 1.59gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.8%,0.5% su densidad seca es de 1.66gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 9.33%,1.0% su densidad seca 1.70gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 8.5% mientras tanto el ultimo porcentaje adicionado de 1.5% su densidad seca aumenta al 1.74 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima disminuye aún 8.0% , determinando que la densidad seca aumenta por el suelo compactado, disminuyendo su humedad óptima.

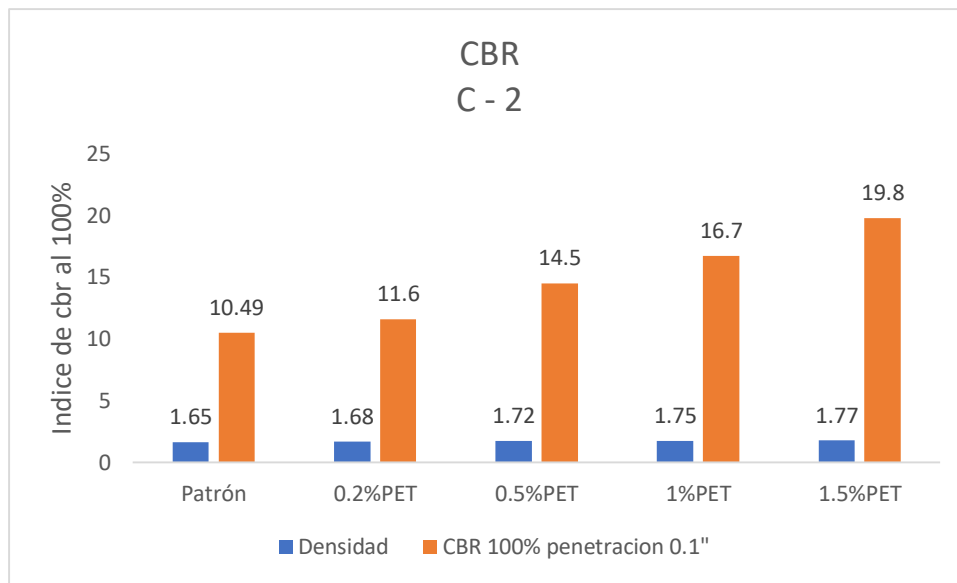
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) ASTM D – 1883



**Descripción:** Mide la resistencia del suelo y evalúa la capacidad del terreno de fundición.

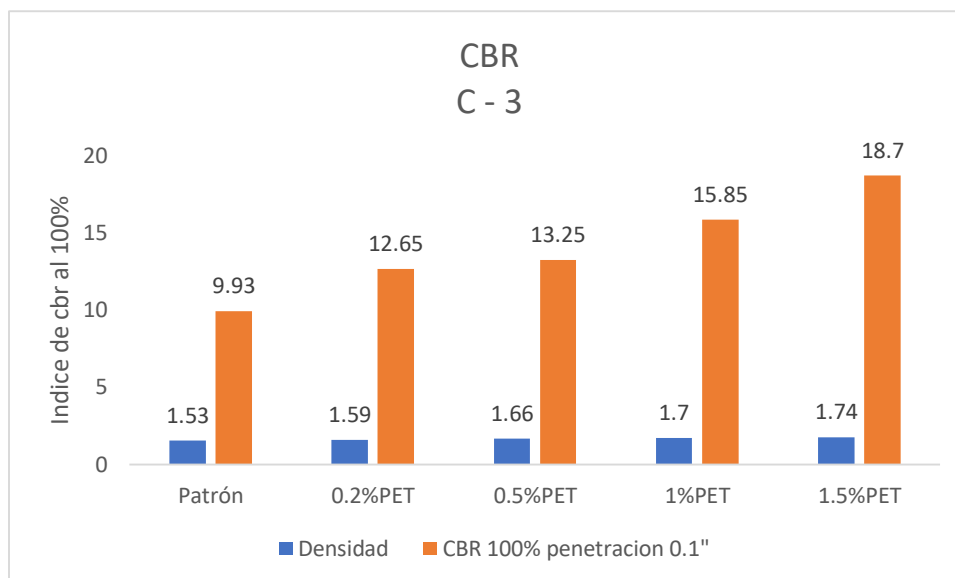
**Interpretación:** El CBR mejorado al 100% es de 1" de acuerdo a la norma indicada ASTM D – 1883, la muestra patrón obtiene un CBR 11.71% y al adicionarle material PET los porcentajes 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5% aumentan sus porcentajes en forma progresiva, obteniendo un 20.09% con adición de PET al 1.5% del CBR al 100%.





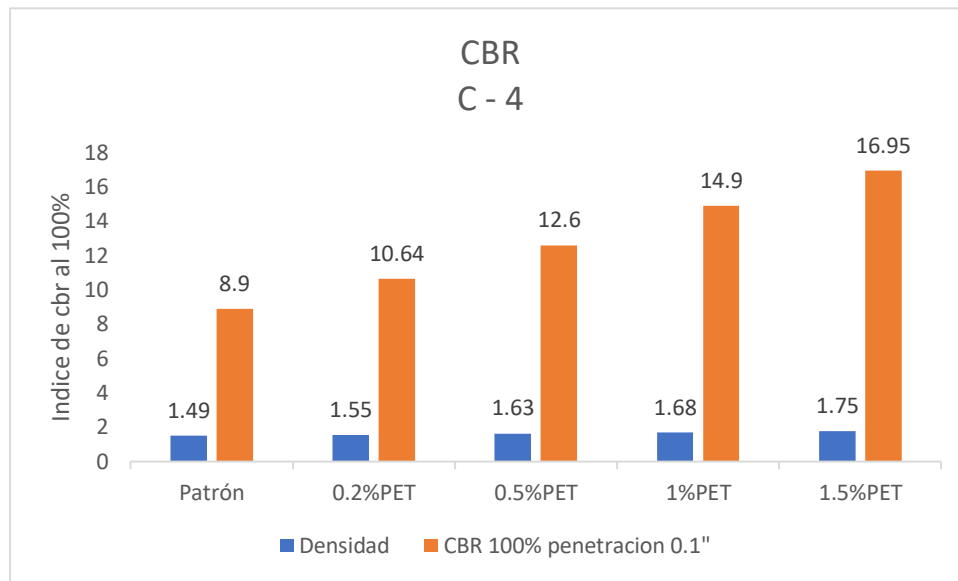
**Descripción:** Mide la resistencia del suelo y evalúa la capacidad del terreno de fundición.

**Interpretación:** El CBR mejorado al 100% es de 1" de acuerdo a la norma indicada ASTM D – 1883, la muestra patrón obtiene un CBR 10.49% y al adicionarle material PET los porcentajes 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5% aumentan sus porcentajes en forma progresiva, obteniendo un 19.80% con adición de PET al 1.5% del CBR al 100%.



**Descripción:** Mide la resistencia del suelo y evalúa la capacidad del terreno de fundición.

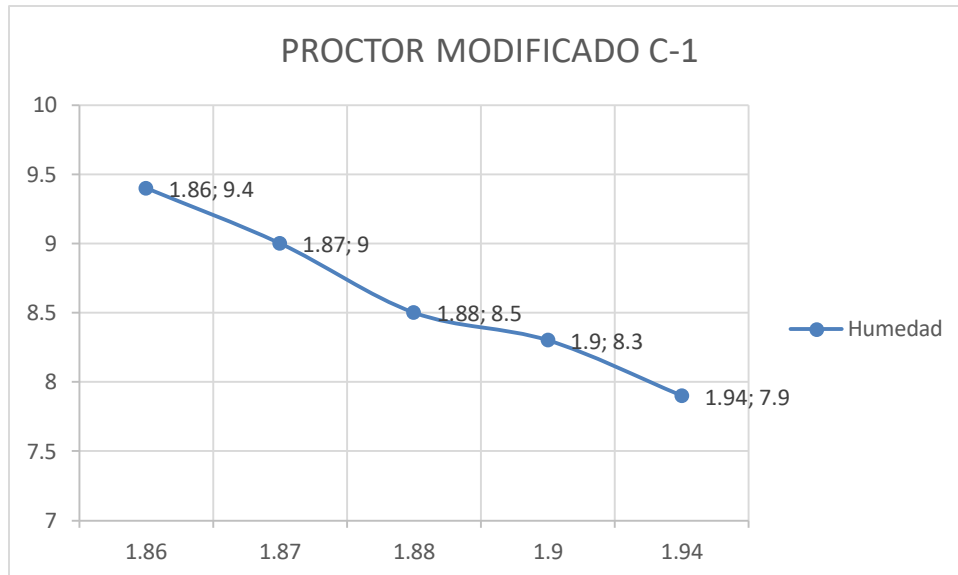
**Interpretación:** El CBR mejorado al 100% es de 1" de acuerdo a la norma indicada ASTM D – 1883, la muestra patrón obtiene un CBR 9.93% y al adicionarle material PET los porcentajes 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5% aumentan sus porcentajes en forma progresiva, obteniendo un 18.70% con adición de PET al 1.5% del CBR al 100%.



**Descripción:** Mide la resistencia del suelo y evalúa la capacidad del terreno de fundición.

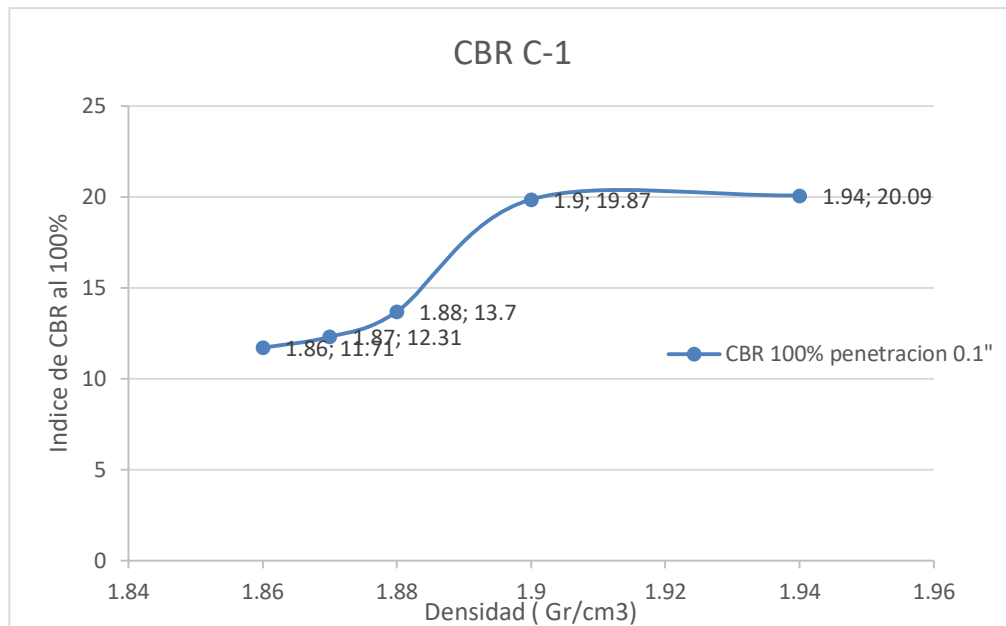
**Interpretación:** El CBR mejorado al 100% es de 1" de acuerdo a la norma indicada ASTM D – 1883, la muestra patrón obtiene un CBR 9.93% y al adicionarle material PET los porcentajes 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5% aumentan sus porcentajes en forma progresiva, obteniendo un 18.70% con adición de PET al 1.5% del CBR al 100%.

## CUADRO DE RESUMEN



Descripción: Se determina la densidad seca máxima del terreno con su grado de humedad óptima.

Interpretación: En la gráfica de curvatura del proctor modificado se observa que la muestra patrón y los porcentajes de 0.2%, 05 %, 1.0% y 1.5% aumenta su densidad seca por el suelo mejor compactado y disminuyendo su humedad óptima.



**Descripción:** Mide la resistencia del suelo y evalúa la capacidad del terreno de fundición.

**Interpretación:** El CBR mejorado al 100% es de 1" de acuerdo a la norma indicada ASTM D – 1883, la muestra patrón obtiene un CBR 11.71% y al adicionarle material PET los porcentajes 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5% aumentan sus porcentajes en forma progresiva, obteniendo un 20.09% con adición de PET al 1.5% del CBR al 100%.

#### IV. DISCUSIÓN

Según la clasificación SUCS, el estudio realizado en el asentamiento humano Solidex bajo, se definió por sus características de estratos, con su análisis granulométrico y límites de consistencia, determinando el tipo de suelo limoso inorgánico de baja plasticidad (ML).

Se realizó la muestra homogénea, adicionando un porcentaje del pet triturado al ensayo CBR, para mejorar el terreno de fundación, dónde mejoró en cada porcentaje añadiéndolo: muestra patrón, 11.71%. 0.2% de pet y su CBR 12.31%, 0.5% de pet y su CBR 13.70%, 1.0% de pet y su CBR 19.87%, 1.5% de pet y su CBR 20.09%, cabe mencionar que el material pet aumenta por sus propiedades mecánicas.

Según la norma ASTM D - 792 de las propiedades mecánicas del Polietileno tereftalato; su peso específico 1.39 gr/cm<sup>3</sup> mi resultado obtenido del peso específico es de 1.38 gr/cm<sup>3</sup>; por lo tanto se asemeja los valores establecidos, la norma ASTM D - 638 resistencia a la tracción es de 900kg/cm<sup>2</sup> mis ensayos realizados es de 917kg/cm<sup>2</sup>; donde tienen resultados óptimos, la norma ASTM D - 695 resistencia a la compresión los resultados es de 260 / 480 kg/cm<sup>2</sup>, mientras en mi investigación cumplen con lo establecido de 286 kg/cm<sup>2</sup>, la norma ASTM D - 790 su resistencia a la flexión de 1450 kg/cm<sup>2</sup> y el estudio realizado de la Universidad Nacional de Trujillo los resultados de su resistencia a la flexión es de 1452kg/cm<sup>2</sup> cumplen con los resultados establecidos, la norma ASTM D - 638 de alargamiento a la rotura es de 15 % donde mi investigación logra un 16 % óptimo, la norma ASTM D - 2240 de su dureza esta entre 85 / 87 Shore D donde mi resultado está en los parámetros de la norma establecida con un 86 Shore D..

## **V. CONCLUSIONES**

1. Con los ensayos realizados DPL y análisis granulométrico en el asentamiento humano Solidex Bajo se determinó el suelo limoso inorgánico de baja plasticidad (ML).
2. Se determinó que con la adición al 1.5% del PET aumenta el mejoramiento del CBR de su densidad seca al 1.94 gr/cm<sup>3</sup> y su humedad óptima 7.90% respectivamente.
3. Se concluye su capacidad portante del suelo mejorado al 1.5% de PET a una profundidad de 2m es de 1.256 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 30, definiendo el mejoramiento de fundación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los moradores del asentamiento humano Solidex Bajo realizar un estudio de suelo antes de construir, para que tenga un proceso constructivo mejor y no pueda causar daños riesgosos.
2. Se recomienda a la población Solidex Bajo usar el 1.5 % de pet triturado, ya que al realizar el ensayo aumenta al 20.09% de su CBR al 100% óptimo para el mejoramiento del terreno de fundación.
3. Se recomienda a los habitantes del lugar asentamiento humano Solidex Bajo realizar el ensayo DPL para determinar su capacidad portante del terreno, para que pueda soportar cargas de diseño para estructuras.

## VII REFERENCIAS

AGUIRRE, Diego. “El plástico reciclado como elemento constructor de la vivienda”. Tesis (para optar el título de Arquitecto). Cuenca. Universidad de Cuenca, 2013,129pp.

ALTAMIRANO, José, DIAZ, Axell. “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Rivas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015.113pp.

BAUZÁ, Juan. “El tratamiento de los suelos arcillosos con cal comportamiento mecánico y evolución a largo plazo ante cambios de humedad”. Tesis (Grado de Doctor). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2015.375pp.

COLOMO, Nelson. “Ingeniería del Reciclado En Envases de Tereftalato de Polietileno (PET)”. Tesis (conferírsele el título de Ingeniero Mecánico). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2013. 151pp.

HACHI, José, RODRIGUEZ, Juan. “Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil. Tesis (para optar el título de Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2010.237pp.

LÓPEZ, José. “Suelos arcillosos reforzados con materiales de plástico reciclado (pet). Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia, Ingeniería Civil, 2013.90pp.



MUÑOZ, Pérez. “Estudio del uso del polietileno tereftalato (pet) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga. Tesis (para obtener el grado de Ingeniero Civil). México: Instituto de Ingeniería UNAM.2012.126pp.

RUANO, Denis. “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva” Tesis (conferírsele el título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.158pp.

VALLE, Wilfredo. “Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizados en ambientes sulfatados o yesíferos. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2010.68pp.

ZAVALA, José. “Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado”. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). El Salvador: Escuela de Ingeniería y Arquitectura, 2015.50pp.

## **ANEXOS**

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

#### **TÍTULO:**

“Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018”

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

#### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

Los suelos limosos del A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto perjudican mucho a las estructuras de las viviendas causan fisuras a sus muros, para dar solución se usará el plástico reciclado para reforzar dicho lugar y mejorar a las viviendas unifamiliares a futuro.

Este proyecto sirve para dar solución y seguridad a sus pobladores, con el fin de fortalecer su cimentación y una mejor edificación, para eso se adicionará el plástico reciclado (PET) que tiene como propiedades flexibilidad y elasticidad que permite transformación definido. Una vez que alcanza su forma final, beneficia ser bastante resistente, difícil de deteriorar y sea más duradero.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	JUSTIFICACION
¿Cómo influye el plástico reciclado en la Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto del distrito de Nepeña con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018?	<b>General:</b> Determinar la influencia de la “Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash - 2018”	El plástico reciclado influirá positivamente en la estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto – distrito Nepeña con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash - 2018	Propiedades mecánicas	Capacidad portante Proctor modificado CBR	El suelo del A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña es limoso, es por eso el motivo que afectan mucho a las estructuras de las viviendas, ocasionan fisuras a sus muros, para dar solución y seguridad a la población se le adicionará el material plástico reciclado. Este proyecto de investigación es de mejorar, fortalecer y estabilizar el suelo y así tener una cimentación y una mejor edificación, es el motivo que se usará el material plástico reciclado (PET) que tiene como propiedades flexibilidad y elasticidad que permite transformación definido. Una vez que alcanza su forma final, beneficia ser bastante resistente, difícil de deteriorar y será más duradero.
	<b>Específicos:</b> Identificar el tipo del suelo en el A.H. Solidex Bajo para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares. Obtener una muestra homogénea del suelo en el A.H. Solidex Bajo con plástico reciclado en cada proporción de un porcentaje de 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%. Determinar las propiedades mecánicas del suelo en el A.H. Solidex Bajo para la estabilización del suelo con fines de cimentación de viviendas unifamiliares al adicionarle material plástico reciclado con un porcentaje 0.2%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.			Tipo de suelo material plástico reciclado Análisis granulométrico Análisis mecánico Análisis químico	



Foto1: Profundidad de Calicata



Foto2: Fondo de Calicata



Foto 3: Zarandeando los tamices –  
Ensayo de Análisis granulométrico



Foto 4: Pesando la muestra para realiza el  
ensayo Proctor modificado



Foto 5: Ensayo de Proctor Modificado- para determinar el contenido de humedad y suelo compactado



Foto 6: Material PET triturado



Foto 7: Realizando ensayo proctor modificado



Foto 8: Ensayo CBR se deja sumergido por 96 horas (4 días)





Foto 9: Terreno natural con Material  
Pet 0.2%



Foto 10: Terreno natural con Material  
Pet 0.5%





Foto 11: Terreno natural con Material  
Pet 1.0%



Foto 12: Terreno natural con Material  
Pet 1.5%



Foto 13: Máquina apisonadora, antes de compactar el terreno



Foto 14: Terreno Natural, antes de compactar



Foto 15: Terreno Natura con adición  
Material Pet



Foto 16: Compactando el terreno,  
adicionando el Material Pet, para el  
mejoramiento, con fines de cimentación





Foto 15: Realizando el ensayo DPL para mejorar la capacidad portante del terreno, adicionando el Material pet 1.5%



Foto 16: Herramientas usadas, para determinar el mejoramiento del terreno A.H Solide Bajo

# CERTIFICADO DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

## LASACI



### INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: JOSUE BERNABE COBEÑAS LAYZA
TESIS	: "Estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del Centro Poblado San Jacinto Distrito de Nepeña con Material Plástico Reciclado con fines de cimentación de Viviendas Unifamiliares. Ancash-2018"
MUESTRA	: Botella Plastica Reciclado
FECHA DE INGRESO	: 24 DE MAYO DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### ANALISIS MECANICO

DETERMINACION	UNIDADES	RESULTADOS	Método
Peso especifico	gr/cm <sup>3</sup>	1.38	D-792
Resistencia a la tracc.(rotura)	Kg/cm <sup>2</sup>	917	D-638
Resist.a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	286	D-695
Resist. A la flexion	Kg/cm <sup>2</sup>	1452	D-790
Alargamiento a la rotura	Kg/cm <sup>2</sup>	16	D-638
Dureza	Shore D	86	D-2240

#### ANALISIS FISICO QUIMICO

DETERMINACION	RESULTADOS
Densidad	0.921 g/cm <sup>3</sup>
Color a la llama	Amarillo naranjado tiznado
Olor al quemado	Aromático dulce
Resistencia a hidrocarburos	Bueno
Resistencia a Ácidos débiles a 25 °C	Bueno
Resistencia a álcalis a 25 °C	Bueno

Método de espectrometría de masa  
Método de Ensayo para sulfatos por digestión-espectrofotometro  
Método de ensayo por Absorción Atómica

TRUJILLO, 28 DE MAYO DEL 2018

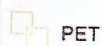


AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 / 933623974




**PET**
**DATOS TECNICOS**
**POLIETILENTEREFTALATO**

PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	PET VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm <sup>3</sup>	D-792	53479	1.39
RESIST. A LA TRACC. (FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-638	53455	900 / --
RES. A LA COMPRESION ( 1 Y 2 % DEF)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-695	53454	260 / 480
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm <sup>2</sup>	D-790	53452	1450
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	15
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	85 - 87

**PROPIEDADES QUIMICAS**

	OBSERVACIONES
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	BUENA
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS	CONSULTAR
EFEECTO DE LOS RAYOS SOLARES	ALGO LO AFECTAN
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	SI
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION	ARDE CON MEDIANA DIFICULTAD
PROPAGACION DE LLAMA	MANTIENE LA LLAMA
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO	GOTEA
COLOR DE LA LLAMA	AMARILLO ANARANJADO TIZNADO
OLOR AL QUEMARLO	AROMATICO DULCE

**INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Cíviles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO	ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018		
UBICACIÓN	DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH	COORDENADAS UTM:	ZONA 18 L: 260113 m E 8768449 m S
CALICATA	JOSUE COBEÑAS LAYZA		
MUESTRA	OBS-01, MAB-01		
SOLICITA	CALICATA C-01	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA :	-1.50 mt
FECHA	TERRENO NATURAL DE LA ZONA NAPA PREATICA : NO PRESENTA		

### REGISTRO DE SONDAJE

Profundidad total (metros)	Exposición de Estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de estrato	Muestras contadas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN N (SUCS)	CLASIFICACIÓN N (AASHTO)	HUMEDAD (w%)	LL (w%)	P (w%)
-1.50	0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	0.20	1.30	Calicata	Obs-01	PRIMER HORIZONTE: CAPA CONTAMINADA Estrato limoso con contaminado con recursos vegetales como raíces					
				Mab-01		PRIMER HORIZONTE: LIMOS INORGANICOS ARENOSOS Estrato formado por limos inorgánicos arenosos ligeramente plásticos con presencia de gravas de hasta de 1 1/2". Condición del suelo de baja plasticidad, con moderada humedad y con un grado de compactación suelto. Color predominante del suelo es un gris oscuro. <b>Del análisis laboratorio dio:</b> 0.68 % de Grava 39.27 % de arena de grano uniforme 60.05 % de finos no plásticos	ML	A-4 (3)	8.40	NP	NP

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO		
	DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018		
UBICACIÓN	DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH		COORDENADAS UTM: ZONA 18 L: 260113 m E
CALICATA	JOSUE COBEÑAS LAYZA		8768449 m S
MUESTRA	OBS-01, MAB-01		
SOLICITA	CALICATA C-02		PROFUNDIDAD DE LA CALICATA: -1.50 mt.
FECHA	TERRENO NATURAL DE LA ZONA		NAPA FREÁTICA: NO PRESENTA

## **REGISTRO DE SONDAGE**

Profundidad total (metros)	Espección de Estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (ASHSTO)	HUMEDAD (w%)	LL (w%)	IP (w%)
-1.50	0.20	CALICATA	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		PRIMER HORIZONTE: CAPA CONTAMINADA Estrato limoso con contaminación con recursos vegetales como raíces.					
0.10	1.30			Mab-01		PRIMER HORIZONTE: LIMOS INORGANICOS ARENOSOS Estrato formado por limos inorgánicos arenosos ligeramente plásticos con presencia de gravas de hasta de 1 1/2", Condición del suelo de baja plasticidad, con moderada humedad y con un grado de compactación suelto. Color predominante del suelo es un gris oscuro. Del análisis en laboratorio digo: 0.00 % de Grava 43.65 % de arena de grano uniforme 56.35 % de finos no plásticos	ML	A-1 (3)	7.60	NP	NP
0.20											
0.30											
0.40											
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											
1.60											
1.70											
1.80											
1.90											
2.00											

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REG. C-4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO		
	DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018		
UBICACIÓN	DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH	COORDENADAS UTM:	ZONA 18 L 260113 m E
CALICATA	JOSUE COBEÑAS LAYZA		8768449 m S
MUESTRA	OBS-01, MAB-01	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA:	-1.50 mt.
SOLICITA	CALICATA C-03	NAPA FREÁTICA:	NO PRESENTA
FECHA	TERRENO NATURAL DE LA ZONA		

## **REGISTRO DE SONDAJE**

Profundidad total (metros)	Espejo de Estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (ASHTO)	HUMEDAD (w%)	LL (w%)	IP (w%)
0.10	0.20	CALICATA	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		PRIMER HORIZONTE: CAPA CONTAMINADA Estrato limoso con contaminación por recursos vegetales como raíces					
0.20											
0.30											
0.40											
0.50											
0.60											
0.70	1.30			Mab-01		PRIMER HORIZONTE: LIMOS INORGANICOS ARENOSOS Estrato formado por limos inorgánicos arenosos ligeramente plásticos, con presencia de gravas de hasta de 1 1/2", Condición del suelo de baja plasticidad, con moderada humedad y con un grado de compactación suelto. Color predominante del suelo es un gris oscuro. Del análisis en laboratorio dig: 1.20 % de Grava 40.88 % de arena de grano uniforme 57.92 % de finos no plásticos	ML	A-4 (3)	9.52	NP	NP
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											
1.60											
1.70											
1.80											
1.90											
2.00											

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

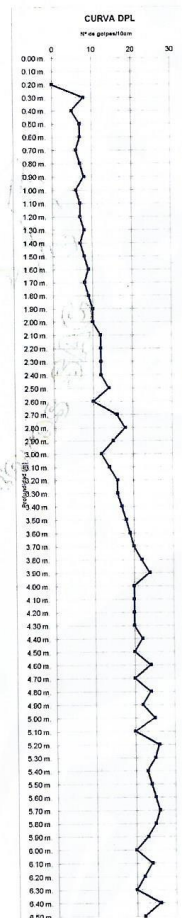
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBENAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
SONDEO : NUMERO 01 (PATRON)

## PENETRACION DINAMICA LIGERA

REGISTRO DE AUSCULTACION N° 01

TIPO DE EXPLORACION : DPL  
N° DE EXPLORACION : 1  
PROF. DEL NIVEL FREATICO : N.P.  
POTENCIA DE ESTRATO : MAS 10m  
INICIO ENSAYO : 0.20 m.

PROF. PARCIAL (m)	NUMERO DE GOLPES c/10 cm. DPL	PROMEDIO c/50 cm. DPL	NUMERO DE GOLPES CORRELACION SPT
0.20 m.	0		
0.30	8		
0.40	5		
0.50	7	6	3
0.60	7		
0.70	6		
0.80	7	6	
0.90	8		
1.00	6		
1.10	7	7	3
1.20	7		
1.30	8		
1.40	7	7	3
1.50	8		
1.60	9		
1.70	8	8	4
1.80	9		
1.90	10		
2.00	10	9	4
2.10	12		
2.20	12		
2.30	12	12	6
2.40	12		
2.50	14		
2.60	10	12	6
2.70	16		
2.80	18		
2.90	15	16	8
3.00	12		
3.10	14		
3.20	16	14	7
3.30	16		
3.40	17		
3.50	18	17	8
3.60	19		
3.70	20		
3.80	22	20	10
3.90	24		
4.00	20		
4.10	20	21	10
4.20	20		
4.30	20		
4.40	22	20	10
4.50	20		
4.60	24		
4.70	20	21	10
4.80	24		
4.90	22		
5.00	25	23	11
5.10	20		
5.20	26		
5.30	25	23	11
5.40	23		
5.50	24		
5.60	25	24	12
5.70	26		
5.80	25		
5.90	23	24	12
6.00	20		
6.10	24		
6.20	22	22	11
6.30	20		
6.40	26		
6.50	22	22	11



POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA

**FECHA** : ABRIL DE 2018

**DPL** : NUMERO 01 (PATRON)

**POTENCIA DE ESTRATO:** 6 M **INICIO ENSAYO : 0.20 m.**

## RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción Interna	Descripción	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.20	0.0						ML
	0.50	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	0.80	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.10	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.40	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.70	4.0	15.00	28	MUY FLOJA	0.917	MUY MALO	ML
	2.00	4.0	15.00	28	MUY FLOJA	0.917	MUY MALO	ML
	2.30	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.60	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.90	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.20	7.0	23.00	28	FLOJA	1.087	MALO	ML
	3.50	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.80	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.10	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.40	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.70	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	5.00	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.30	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.60	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	5.90	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	6.20	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	6.50	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
REBOTA								

**ROL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4089

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

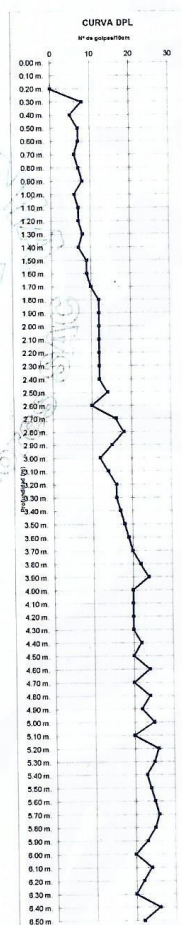
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASIENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBENAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
SONDEO : NUMERO 01 (TERRENO CON 0.2% DE PLÁSTICO TRITURADO)

## PENETRACION DINAMICA LIGERA

REGISTRO DE AUSCULTACION N° 01

TIPO DE EXPLORACION : DPL  
N° DE EXPLORACION : 1  
PROF. DEL NIVEL FREÁTICO : N.P.  
POTENCIA DE ESTRATO : MAS 6m  
INICIO ENSAYO : 0.20 m.

PROF. PARCIAL (m)	NUMERO DE GOLPES c/10 cm. DPL	PRIMEDIO c/50 cm. DPL	NUMERO DE GOLPES CORRELACION SPT
0.20 m.	0		
0.30	8		
0.40	5		
0.50	7	6	3
0.60	7		
0.70	6		
0.80	7	6	3
0.90	8		
1.00	6		
1.10	7	7	3
1.20	7		
1.30	8		
1.40	7	7	3
1.50	9		
1.60	9		
1.70	10	9	4
1.80	12		
1.90	12		
2.00	12	12	6
2.10	12		
2.20	12		
2.30	12	12	6
2.40	12		
2.50	14		
2.60	10	12	6
2.70	16		
2.80	18		
2.90	15	16	8
3.00	12		
3.10	14		
3.20	16	14	7
3.30	16		
3.40	17		
3.50	18	17	8
3.60	19		
3.70	20		
3.80	22	20	10
3.90	24		
4.00	20		
4.10	20	21	10
4.20	20		
4.30	20		
4.40	22	20	10
4.50	20		
4.60	24		
4.70	20	21	10
4.80	24		
4.90	22		
5.00	25	23	11
5.10	20		
5.20	26		
5.30	25	23	11
5.40	23		
5.50	24		
5.60	25	24	12
5.70	26		
5.80	25		
5.90	23	24	12
6.00	20		
6.10	24		
6.20	22	22	11
6.30	20		
6.40	26		
6.50	22	22	11



POL RAINAGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4089

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**DPL** : NUMERO 01 (TERRENO CON 0.2% DE PLASTICO TRITURADO)  
**POTENCIA DE ESTRATO:** 6 M **INICIO ENSAYO :** 0.20 m.

## RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	φ Angulo de fricción interna	Descripción	qa (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.20	0.0						ML
	0.50	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	0.80	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.10	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.40	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.70	4.0	15.00	28	MUY FLOJA	0.917	MUY MALO	ML
	2.00	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.30	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.60	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.90	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.20	7.0	23.00	28	FLOJA	1.087	MALO	ML
	3.50	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.80	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.10	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.40	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.70	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	5.00	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.30	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.60	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	5.90	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	6.20	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	6.50	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
REBOTA								

**POL RAY AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4089

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hídricas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

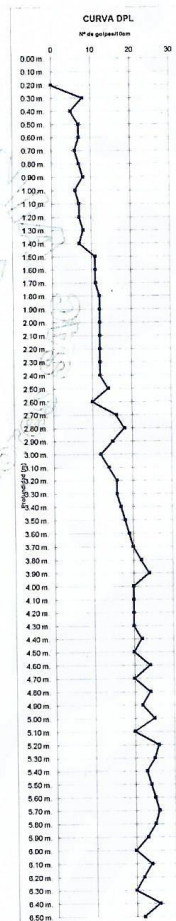
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASIENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBENAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
SONDEO : NUMERO 01 (TERRENO CON 0.5% DE PLÁSTICO TRITURADO)

## PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

REGISTRO DE AUSCULTACIÓN N° 01

TIPO DE EXPLORACIÓN : DPL  
N° DE EXPLORACIÓN : 1  
PROF. DEL NIVEL FREÁTICO : N.P.  
POTENCIA DE ESTRATO : MAS 10m  
INICIO ENSAYO : 0.20 m.

PROF. PARCIAL (m)	NÚMERO DE GOLPES c/10 cm. DPL	PROMEDIO c/50 cm. DPL	NÚMERO DE GOLPES CORRELACION SPT
0.20 m.	0		
0.30	8		
0.40	5		
0.50	7	6	3
0.60	7		
0.70	6		
0.80	7	6	3
0.90	8		
1.00	6		
1.10	7	7	3
1.20	7		
1.30	8		
1.40	7	7	3
1.50	11		
1.60	11		
1.70	11	11	5
1.80	12		
1.90	12		
2.00	12	12	6
2.10	12		
2.20	12		
2.30	12	12	6
2.40	12		
2.50	14		
2.60	10	12	6
2.70	16		
2.80	18		
2.90	15	16	8
3.00	12		
3.10	14		
3.20	16	14	7
3.30	16		
3.40	17		
3.50	18	17	8
3.60	19		
3.70	20		
3.80	22	20	10
3.90	24		
4.00	20		
4.10	20	21	10
4.20	20		
4.30	20		
4.40	22	20	10
4.50	20		
4.60	24		
4.70	20	21	10
4.80	24		
4.90	22		
5.00	25	23	11
5.10	20		
5.20	26		
5.30	25	23	11
5.40	23		
5.50	24		
5.60	25	24	12
5.70	26		
5.80	25		
5.90	23	24	12
6.00	20		
6.10	24		
6.20	22	22	11
6.30	20		
6.40	26		
6.50	22	22	11



POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**DPL** : NUMERO 01 (TERRENO CON 0.5% DE PLASTICO TRITURADO)  
**POTENCIA DE ESTRATO:** 6 M **INICIO ENSAYO : 0.20 m.**

## RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción interna	Descripción	qa (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.20	0.0						ML
	0.50	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	0.80	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.10	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.40	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.70	5.0	16.00	28	FLOJA	0.974	MALO	ML
	2.00	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.30	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.60	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.90	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.20	7.0	23.00	28	FLOJA	1.087	MALO	ML
	3.50	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.80	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.10	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.40	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.70	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	5.00	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.30	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.60	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	5.90	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	6.20	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	6.50	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
REBOTA								

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

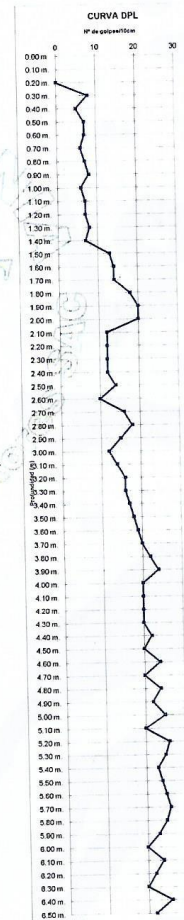
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBENAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
SONDEO : NUMERO 01 (TERRENO CON 1.0% DE PLÁSTICO TRITURADO)

## PENETRACION DINAMICA LIGERA

REGISTRO DE AUSCULTACION N° 01

TIPO DE EXPLORACION : DPL  
N° DE EXPLORACION : 1  
PROF. DEL NIVEL FREATICO : N.P.  
POTENCIA DE ESTRATO : MAS 6m  
INICIO ENSAYO : 0.20 m.

PROF. PARCIAL (m)	NUMERO DE GOLPES c/10 cm. DPL	PROMEDIO c/50 cm. DPL	NUMERO DE GOLPES CORRELACION SPT
0.20 m.	0		
0.30	8		
0.40	5		
0.50	7	6	3
0.60	7		
0.70	6		
0.80	7	6	3
0.90	8		
1.00	6		
1.10	7	7	3
1.20	7		
1.30	8		
1.40	7	7	3
1.50	13		
1.60	14		
1.70	14	13	6
1.80	18		
1.90	20		
2.00	20	19	9
2.10	12		
2.20	12		
2.30	12	12	6
2.40	12		
2.50	14		
2.60	10	12	6
2.70	16		
2.80	18		
2.90	15	16	8
3.00	12		
3.10	14		
3.20	16	14	7
3.30	16		
3.40	17		
3.50	18	17	8
3.60	19		
3.70	20		
3.80	22	20	10
3.90	24		
4.00	20		
4.10	20	21	10
4.20	20		
4.30	20		
4.40	22	20	10
4.50	20		
4.60	24		
4.70	20	21	10
4.80	24		
4.90	22		
5.00	25	23	11
5.10	20		
5.20	20		
5.30	25	23	11
5.40	23		
5.50	24		
5.60	25	24	12
5.70	26		
5.80	25		
5.90	23	24	12
6.00	20		
6.10	24		
6.20	22	22	11
6.30	20		
6.40	26		
6.50	22	22	11



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4089

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBENAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**DPL** : NUMERO 01 (TERRENO CON 1.0% DE PLASTICO TRITURADO)  
**POTENCIA DE ESTRATO:** 6 M **INICIO ENSAYO : 0.20 m.**

## RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción Interna	Descripción	qa (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.20	0.0						ML
	0.50	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	0.80	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.10	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.40	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.70	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.00	9.0	31.00	29	FLOJA	1.199	MALO	ML
	2.30	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.60	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.90	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.20	7.0	23.00	28	FLOJA	1.087	MALO	ML
	3.50	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.80	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.10	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.40	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.70	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	5.00	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.30	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.60	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	5.90	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	6.20	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	6.50	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
REBOTA								

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4089

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

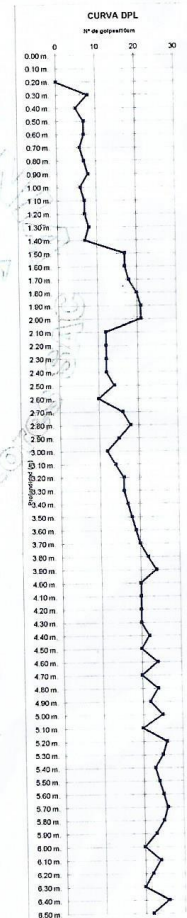
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASIENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018.  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA PROVINCIA DEL SANTA REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBENAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
SONDEO : NUMERO 01 (TERRENO CON 1.5% DE PLÁSTICO TRITURADO)

## PENETRACION DINAMICA LIGERA

REGISTRO DE AUSCULTACION N° 01

TIPO DE EXPLORACION : DPL  
N° DE EXPLORACION : 1  
PROF. DEL NIVEL FREATICO : N.P.  
POTENCIA DE ESTRATO : MAS 6m  
INICIO ENSAYO : 0.20 m.

PROF. PARCIAL (m)	NUMERO DE GOLPES c/10 cm. DPL	PROMEDIO c/50 cm. DPL	NUMERO DE GOLPES CORRELACION SPT
0.20 m	6		
0.30	8		
0.40	5		
0.50	7	6	3
0.60	7		
0.70	6		
0.80	7	6	3
0.90	8		
1.00	6		
1.10	7	7	3
1.20	7		
1.30	8		
1.40	7	7	3
1.50	17		
1.60	17		
1.70	18	17	8
1.80	20		
1.90	21		
2.00	21	20	10
2.10	12		
2.20	12		
2.30	12	12	6
2.40	12		
2.50	14		
2.60	10	12	6
2.70	16		
2.80	18		
2.90	15	16	8
3.00	12		
3.10	14		
3.20	16	14	7
3.30	16		
3.40	17		
3.50	18	17	8
3.60	19		
3.70	20		
3.80	22	20	10
3.90	24		
4.00	20		
4.10	20	21	10
4.20	20		
4.30	20		
4.40	22	20	10
4.50	20		
4.60	24		
4.70	20	21	10
4.80	24		
4.90	22		
5.00	25	23	11
5.10	20		
5.20	26		
5.30	25	23	11
5.40	23		
5.50	24		
5.60	25	24	12
5.70	26		
5.80	25		
5.90	23	24	12
6.00	20		
6.10	24		
6.20	22	22	11
6.30	20		
6.40	26		
6.50	22	22	11



POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH – 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA – PROVINCIA DEL SANTA – REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**DPL** : NUMERO 01 (TERRENO CON 1.5% DE PLASTICO TRITURADO)  
**POTENCIA DE ESTRATO**: 6 M **INICIO ENSAYO** : 0.20 m.

## RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	φ Angulo de fricción Interna	Descripción	qa (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.20	0.0	-	-	-	-	-	ML
	0.50	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	0.80	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.10	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.40	3.0	11.00	21	MUY FLOJA	0.861	MUY MALO	ML
	1.70	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	2.00	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	2.30	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.60	6.0	19.00	28	FLOJA	1.030	MALO	ML
	2.90	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.20	7.0	23.00	28	FLOJA	1.087	MALO	ML
	3.50	8.0	27.00	29	FLOJA	1.143	MALO	ML
	3.80	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.10	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.40	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	4.70	10.0	35.00	30	FLOJA	1.256	MALO	ML
	5.00	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.30	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	5.60	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	5.90	12.0	37.00	30	MEDIA	1.368	REGULAR	ML
	6.20	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML
	6.50	11.0	36.00	30	MEDIA	1.312	REGULAR	ML

REBOTA

  
POL RAIM AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 – Nuevo Chimbote – Telef. 043-606058 – Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

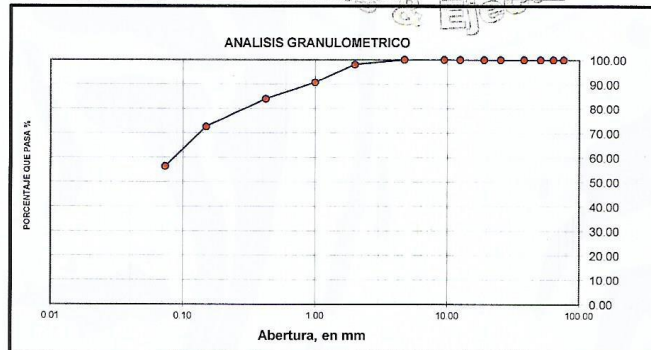
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**LUGAR** : CALICATA C-02  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL (PATRON)

## RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	898.700				
Peso Inicial Seco, [gr]	392.300				
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% RETENIDO	% Retenido Acumulado	% pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	18.20	2.03	2.03	97.97
Nº 20	1.000	65.30	7.27	9.29	90.71
Nº 40	0.425	60.80	6.77	16.06	83.94
Nº 100	0.150	102.10	11.36	27.42	72.58
Nº 200	0.074	145.90	16.23	43.65	56.35
< N° 200	---	506.40	56.35	100.00	0.00



Grava (%) = 0.00      Arena (%) = 43.65      Finos (%) = 56.35

$$D_{10} = 0.07 \quad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.29 \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.78$$

$$D_{30} = 0.07 \quad D_{60} = 0.09$$

SISTEMA	CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS	ML	LIMOS INORGANICOS ARENOSOS
AASHTO	A-4 (3)	SUELO LIMOSO NO PLASTICO

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

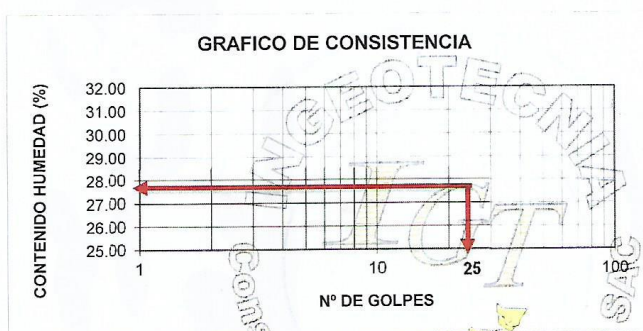
**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, vales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## **2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)**

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 04	
1. No de Golpes						LL = NP
2. Peso Tara, [gr]						
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]						LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]						
5. Peso Agua, [gr]						IP = NP
6. Peso Suelo Seco, [gr]						
7. Contenido de Humedad, [%]						



## **3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No	Tara No	Tara No	
1. Peso Tara, [gr]	28.360	29.519	28.470	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	216.21	256.95	303.24	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	202.78	241.28	283.63	
4. Peso Agua, [gr]	13.43	15.67	19.61	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	174.42	211.77	255.16	PROMEDIO
6. Contenido de Humedad, [%]	7.700	7.400	7.685	7.595

**POL RAY AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

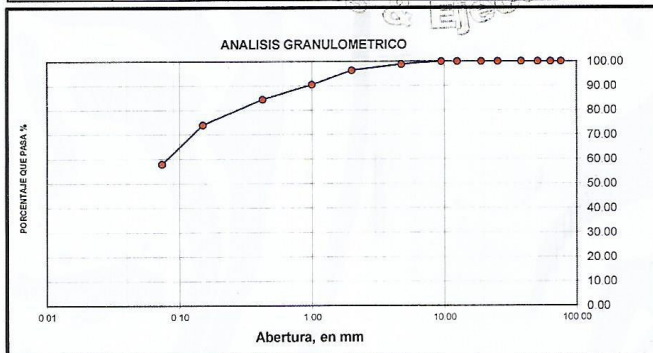
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO REICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**LUGAR** : CALICATA C-03  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL (PATRON)

## RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]		850.200	SEOTEC		
Peso Inicial Seco, [gr]		357.800			
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% RETENIDO	% Retenido Acumulado	% pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	10.20	1.20	1.20	98.80
Nº 10	2.000	21.60	2.54	3.74	96.26
Nº 20	1.000	48.90	5.75	9.49	90.51
Nº 40	0.425	51.20	6.02	15.51	84.49
Nº 100	0.150	89.10	10.48	25.99	74.01
Nº 200	0.074	136.80	16.09	42.08	57.92
< N° 200	—	492.40	57.92	100.00	0.00



Grava (%) = 1.20      Arena (%) = 40.88      Finos (%) = 57.92

$$D_{10} = 0.07 \quad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.14 \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.88$$

$$D_{30} = 0.07 \quad D_{60} = 0.08$$

SISTEMA	CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS	ML	LIMOS INORGANICOS ARENOSOS
AASHTO	A-4 (3)	SUELO LIMOSO NO PLASTICO

**POL. RAYAGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

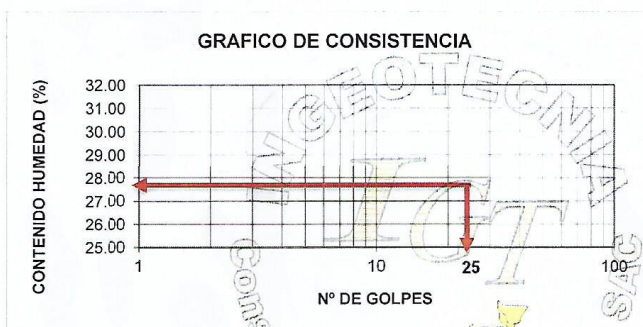
Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 04	
1. No de Golpes						LL = NP
2. Peso Tara, [gr]						
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]						LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]						
5. Peso Agua, [gr]						IP = NP
6. Peso Suelo Seco, [gr]						
7. Contenido de Humedad, [%]						



## 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No	Tara No	Tara No	
1. Peso Tara, [gr]	27.520	26.916	27.380	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	195.24	214.78	281.39	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	180.05	198.55	260.14	
4. Peso Agua, [gr]	15.19	16.23	21.25	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	152.53	171.64	232.76	PROMEDIO
6. Contenido de Humedad, [%]	9.959	9.456	9.130	9.515

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

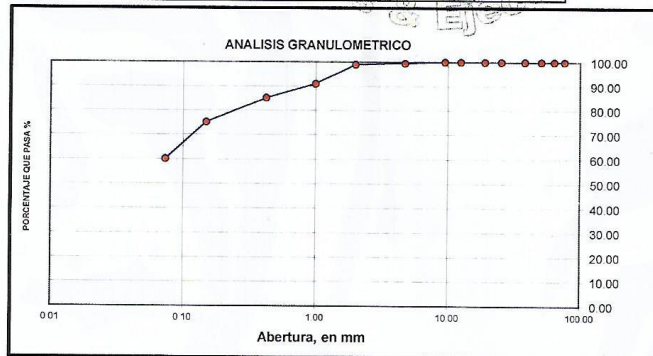
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**LUGAR** : CALICATA C-01  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL (PATRON)

## RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]		916.200			
Peso Inicial Seco, [gr]		365.100			
Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido [grs]	% RETENIDO	% Retenido Acumulado	% pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	5.30	0.58	0.58	99.42
Nº 10	2.000	4.80	0.52	1.10	98.90
Nº 20	1.000	71.90	7.85	8.95	91.05
Nº 40	0.425	53.60	5.85	14.80	85.20
Nº 100	0.150	91.10	9.94	24.74	75.26
Nº 200	0.074	138.40	15.11	39.85	60.15
< Nº 200	—	551.10	60.15	100.00	0.00



Grava (%) = 0.58      Arena (%) = 39.27      Finos (%) = 60.15

$$D_{10} = 0.07 \quad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.00 \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.00$$

$$D_{30} = 0.07 \quad D_{60} = 0.07$$

SISTEMA	CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS	ML	LIMOS INORGANICOS ARENOSOS
AASHTO	A-4 (3)	SUELO LIMOSO NO PLASTICO

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

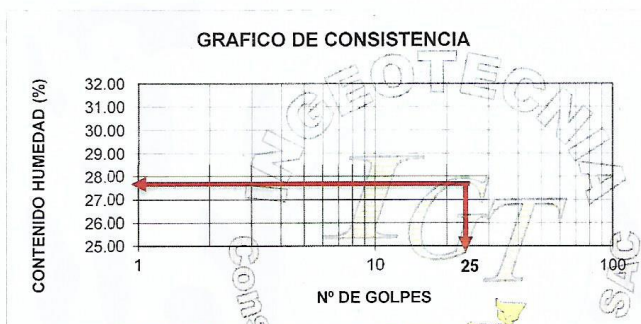
**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## **2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)**

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 04	
1. No de Golpes						LL = NP
2. Peso Tara, [gr]						
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]						LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]						
5. Peso Agua, [gr]						IP = NP
6. Peso Suelo Seco, [gr]						
7. Contenido de Humedad, [%]						



## **3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No.	Tara No.	Tara No.	
1. Peso Tara, [gr]	27.520	27.170	27.470	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	230.84	245.98	238.94	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	214.82	229.01	222.84	
4. Peso Agua, [gr]	16.02	16.97	16.10	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	187.30	201.84	195.37	PROMEDIO
6. Contenido de Humedad, [%]	8.553	8.408	8.241	8.401

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**LUGAR** : CALICATA C-01  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL (PATRON)

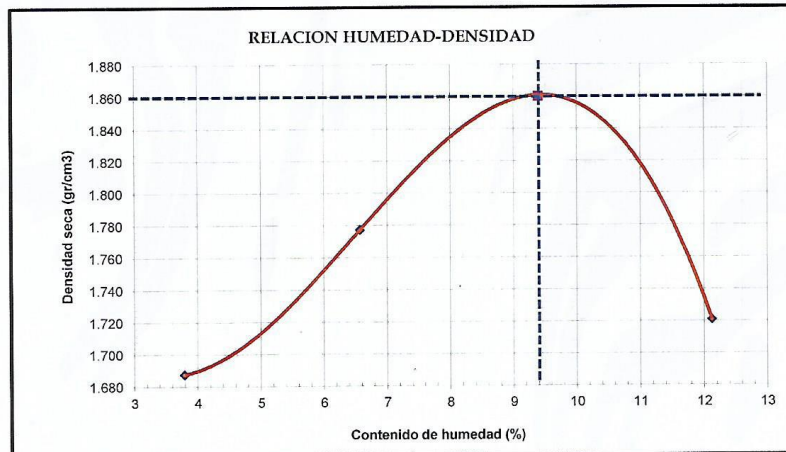
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557

### DENSIDAD HUMEDA

Peso suelo + molde	gr	9617.00	9925.00	10231.00	10002.00
Peso molde	gr	5832.00	5832.00	5832.00	5832.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3785.00	4093.00	4399.00	4170.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2161.00	2161.00	2161.00	2161.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.75	1.89	2.04	1.93

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	248.230	266.720	285.080	274.590
Peso del suelo seco + tara	gr	240.150	252.030	262.960	247.870
Peso de la Tara	gr	27.120	28.630	27.610	27.450
Peso de agua	gr	8.080	14.690	22.120	26.720
Peso del suelo seco	gr	213.030	223.400	235.350	220.420
Porcentaje de Humedad	%	3.79	6.58	9.40	12.12
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.687	1.777	1.861	1.721
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					1.860
Humedad óptima (%)					9.40



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO REICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** JOSUE COBENAS LAYZA  
**FECHA** ABRIL DE 2018  
**LUGAR** CALICATA C-01  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL (PATRON)

## ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10 (%)	N° 40 (%)	N° 200 (%)	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	98.90	85.20	60.15	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL / IP	NP	NP	Clasificación	SUCS = ML	ASTHO = A-4 (3)	1.86

Molde N°	1	2	3
Altura Molde	17.700	17.600	17.700
Diametro Molde	15.235	15.275	15.245
Altura disco Espaciador	6.055	5.960	6.055
Diametro disco espaciador	14.985	15.025	14.935
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	antes de mojar	después de mojado	antes de mojar
Peso humedo de la probeta + molde (g)	10373	10458	12745
Peso de molde (g)	6036	6036	8587
Peso del suelo húmedo (g)	4337	4422	4158
Volumen del molde (cm³)	2123	2209	2133
Densidad húmeda (g/cm³)	2.043	1.924	1.949
Recipiente (N°)	A	A1	A2
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	213.56	199.41	196.03
Peso Recipiente + suelo seco	197.73	178.27	181.83
Peso Recipiente	28.08	26.29	27.45
Peso de agua (g)	15.83	21.14	14.20
Peso de suelo seco (g)	189.85	151.98	164.38
Contenido de humedad (%)	9.33	13.91	9.20
Densidad seca (g/cm³)	1.969	1.689	1.785

## DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0.00	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
		24.00	19.000	0.483	4.1	22.000	0.559	4.8	24.000	0.610	5.2
		48.00	25.000	0.635	5.5	28.000	0.711	6.1	32.000	0.813	7.0
		72.00	38.000	0.965	8.3	41.000	1.041	8.9	46.000	1.168	10.0

## C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm.	pulg.	Kg/cm²	Kg	kg	% CBR		kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0				0			0		
0.635	0.025		29.0				18.9			11.3		
1.270	0.050		58.7				27.9			22.5		
1.905	0.075		82.2				51.2			32.0		
2.540	0.100	70.455	109.5	140.0	11.0		74.3	96.8	7.6	37.8	25.4	2.0
3.175	0.125		154.1				102.2			44.3		
3.810	0.150		193.1				144.2			48.6		
4.445	0.175		230.4				168.3			53.6		
5.080	0.200	105.68	261.3	280.5	13.6		193.8	200.6	10.5	63.2	61.1	3.2
5.715	0.225		290.4				213.0			77.0		
6.350	0.250		314.9				247.2			94.7		
6.985	0.275		331.2				272.1			103.8		
7.620	0.300		345.8				288.5			109.8		
8.255	0.325		357.9				301.8			121.8		
8.890	0.350		372.5				310.2			128.8		
9.525	0.375		389.0				327.5			137.0		

POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C-4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

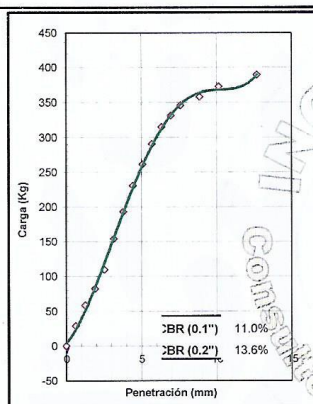
Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

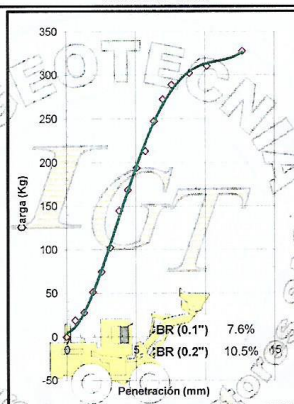
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
UBICACIÓN: DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
SOLICITA: DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
FECHA: JOSUE COBEÑAS LAYZA  
LUGAR: ABRIL DE 2018  
MUESTRA: CALICATA C-01  
TERRENO NATURAL (PATRON)

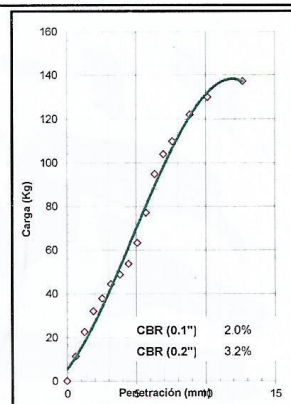
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883



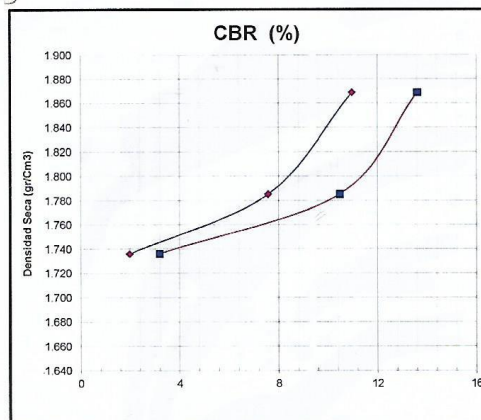
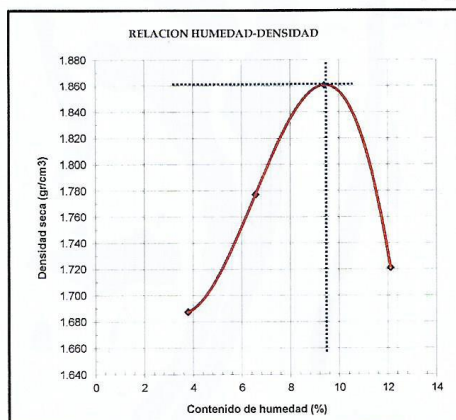
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CLASIFICACION (SUCS) = ML  
CLASIFICACION (AASHTO) = A-4 (3)  
METODO DE COMPACTACION = ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) = 1.860  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = 9.40

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.71	0.2": 14.84
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 6.56	0.2": 9.28

POL RAMAGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 21029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 – Nuevo Chimbote – Telef. 043-606058 – Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**CANTERA** : CALICATA C-01  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CON 0.2% DE PLASTICO TRITURADO

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557

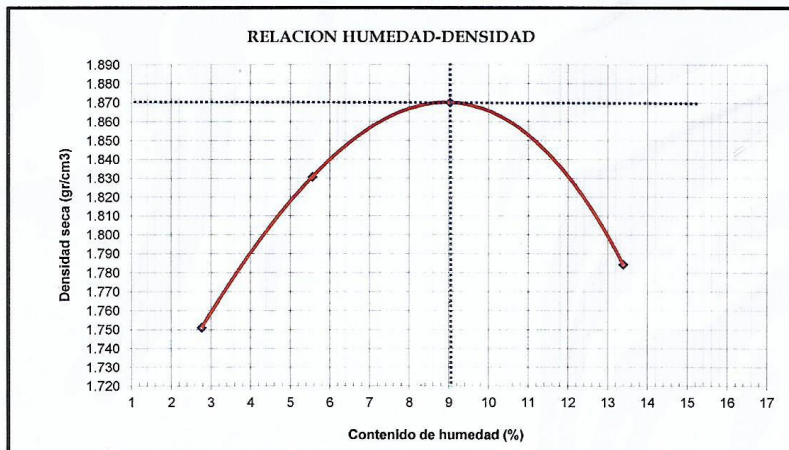
### DENSIDAD HUMEDA

Peso suelo + molde	gr	9719.00	10006.00	10236.00	10202.00
Peso molde	gr	5832.00	5832.00	5832.00	5832.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3887.00	4174.00	4404.00	4370.00
Volumen del molde	cm³	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	1.80	1.93	2.04	2.02

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	gr	245.770	224.120	240.950	265.920
Peso del suelo seco + tara	gr	239.870	213.830	223.380	237.760
Peso de la Tara	gr	27.200	28.860	28.870	27.540
Peso de agua	gr	5.900	10.290	17.570	28.160
Peso del suelo seco	gr	212.670	184.970	194.510	210.220
Porcentaje de Humedad	%	2.77	5.56	9.03	13.40
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.751	1.831	1.870	1.784
Densidad máxima (gr/cm³)					1.870
Humedad óptima (%)					9.00

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO PORLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGIÓN ANCASH  
**SOLICITA** JOSUE COBERNAYZA  
**FECHA** ABRIL DE 2018  
**CANTERA** CALICATA C-01  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL CON 0.2% DE PLÁSTICO TRIURADO

## ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10 (%)		N° 40 (%)		N° 200 (%)		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		
	Paso %	85.80	Paso %	85.20	Paso %	60.15	Metodo	Densidad Máxima	Humedad Optima
LL / IP	NP	NP	Clasificación	SUCS =	ML		ASTM D 1557 - A-4 (3)	1.87	9.00
Molde N°	1		2		3				
Altura Molde	17.6		17.7		17.70				
Diámetro Molde	15.27		15.32		15.22				
Altura disco Espaciador	6.055		5.965		6.05				
Diámetro disco espaciador	15.03		15.02		15.00				
Capas N°	5		5		5				
Golpes por capa N°	55		25		12				
Condición de la muestra	antes de mojar		después de mojar		antes de mojar		después de mojar		antes de mojar
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	11213		11313		13042		13121		12857
Peso de molde (g)	8836		8836		8587		8587		8494
Peso del suelo húmedo (g)	4377		4477		4455		4534		4363
Volumen del molde (cm³)	2114		2207		2163		2276		2120
Densidad húmeda (g/cm³)	2.070		2.028		2.059		1.992		1.838
Recipiente (N°)	VE		LI		NI		H2		PI
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	226.48		263.58		283.20		276.42		272.64
Peso Recipiente + suelo seco	208.90		234.50		230.73		250.36		242.31
Peso Recipiente	27.14		29.48		27.47		26.06		27.50
Peso de agua (g)	17.58		19.08		22.47		24.07		30.33
Peso de suelo seco (g)	181.76		205.02		205.26		222.06		174.15
Contenido de humedad (%)	9.67		9.31		11.05		12.64		14.12
Densidad seca (g/cm³)	1.888		1.856		1.854		1.769		1.611

## DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansión	Lectura Extens.	Expansión	Lectura Extens.	Expansión
			mm	%	mm	%	mm	%

## C. B. R. FACTOR DE DEFORMACIÓN DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm.	pulg.		Kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0			0		
0.635	0.025		18.2			6.0			4.8		
1.270	0.050		37.7			17.6			12.5		
1.905	0.075		87.1			42.0			29.4		
2.540	0.100	70.455	174.6	247.4	18.1	88.3	110.4	8.1	42.8	64.4	4.7
3.175	0.125		352.3			169.5			89.5		
3.810	0.150		522.5			250.2			130.2		
4.445	0.175		633.0			319.2			179.2		
5.080	0.200	105.68	750.8	721.0	35.3	386.2	356.7	17.4	216.2	203.2	9.9
5.715	0.225		862.1			412.6			242.6		
6.350	0.250		977.3			459.6			286.6		
6.985	0.275		1075.5			532.9			322.9		
7.620	0.300		1250.5			675.1			375.1		
8.255	0.325		1390.9			775.1			425.1		
8.890	0.350		1528.9			875.1			485.1		
9.525	0.375		1638.9			975.1			575.1		

POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

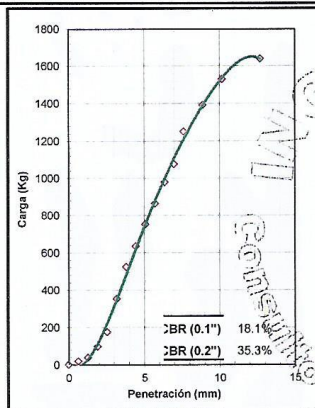
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

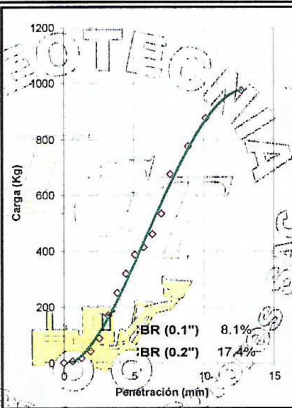
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
CANTERA : CALICATA C-01  
MUESTRA : TERRENO NATURAL CON 0.2% DE PLASTICO TRITURADO

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

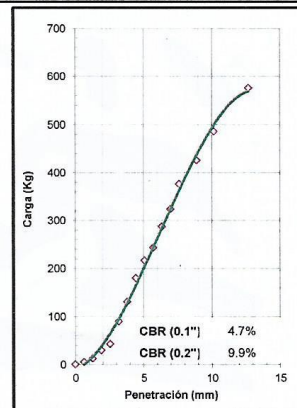
ASTM D-1883



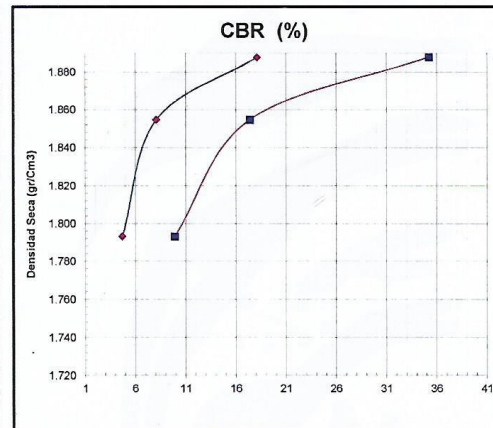
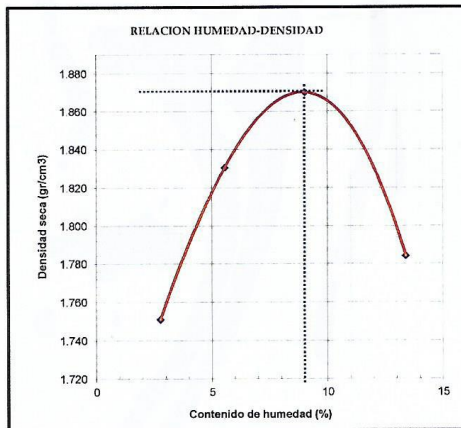
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CLASIFICACION (SUCS) = ML  
CLASIFICACION (AASHTO) = A-4 (3)  
METODO DE COMPACTACION = ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) = 1.870  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = 9.00

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.31	0.2"	24.46
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.41	0.2"	13.46

POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA

**FECHA** : ABRIL DE 2018

**CANTERA** : CALICATA C-01

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CON 0.5% DE PLASTICO TRITURADO

## **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557**

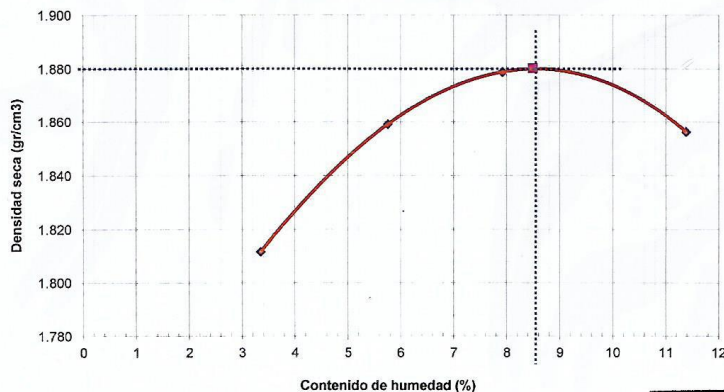
### **DENSIDAD HUMEDA**

Peso suelo + molde	gr	10875.00	11176.00	11373.00	11501.00
Peso molde	gr	4870.00	4870.00	4870.00	4870.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	6005.00	6306.00	6503.00	6631.00
Volumen del molde	cm³	3207.25	3207.25	3207.25	3207.25
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	1.87	1.97	2.03	2.07

### **CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	186.690	233.560	211.760	207.120
Peso del suelo seco + tara	gr	181.560	222.350	198.330	188.760
Peso de la Tara	gr	28.750	27.850	28.900	27.510
Peso de agua	gr	5.130	11.210	13.430	18.360
Peso del suelo seco	gr	152.810	194.500	169.430	161.250
Porcentaje de Humedad	%	3.36	5.76	7.93	11.39
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.812	1.859	1.879	1.856
Densidad máxima (gr/cm³)					1.880
Humedad óptima (%)					8.50

### **RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECLAMADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** JOSUE COBENAS LAYZA  
**FECHA** ABRIL DE 2018  
**CANTERA** CALICATA C-01  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL CON 0.5% DE PLÁSTICO TRIURADO

## ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10 (%)	N° 40 (%)	N° 200 (%)	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	70.09	53.93	37.66	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL / IP	27.6 / 7.34	Clasificación	SUCS = ML	ASTM = A-4 (3)	1.88	8.50
Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.6		17.7		17.70	
Diámetro Molde	15.225		15.3		15.2	
Altura disco Espaciador	8.055		5.98		6.055	
Diámetro disco espaciador	14.97		15.03		14.94	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8799	8904	9450	9623	9082	9370
Peso de molde (g)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo humedo (g)	4695	4800	4620	4793	4194	4482
Volumen del molde (cm³)	2102	2213	2158	2280	2113	2258
Densidad humeda (g/cm³)	2.234	2.169	2.140	2.102	1.985	1.987
Recipiente (N°)	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	228.54	236.95	251.12	218.41	208.06	219.92
Peso Recipiente + suelo seco	212.98	217.06	232.58	198.96	192.43	202.37
Peso Recipiente	28.87	27.95	29.51	29.47	27.64	28.42
Peso de agua (g)	15.56	19.89	18.56	19.45	15.63	17.55
Peso de suelo seco (g)	184.11	189.11	203.05	170.49	164.79	173.95
Contenido de humedad (%)	8.45	10.52	9.14	11.41	9.48	10.09
Densidad seca (g/cm³)	2.060	1.963	1.961	1.887	1.813	1.805

## DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansión		Lectura Extens.	Expansión		Lectura Extens.	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	1.000	0.000	0.0	2.000	0.000	0.0	3.000	0.000	0.0
		24	18.000	0.432	3.7	20.000	0.457	3.9	23.000	0.584	5.0
		48	20.000	0.483	4.2	22.000	0.508	4.3	27.000	0.686	5.9
		72	25.000	0.610	5.3	28.000	0.680	5.6	31.000	0.787	6.8

## C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DE LA CELDA DE CARGA

Penetración		Carga Estándar	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm.	pulg.	Kg/cm²	Kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0			0		
0.635	0.025		62.6			45.8			39.4		
1.270	0.050		95.8			75.3			60.2		
1.905	0.075		171.5			143.0			108.0		
2.540	0.100	70.455	260.3	280.8	20.6	212.3	234.3	17.2	184.0	177.6	13.0
3.175	0.125		348.5			301.0			219.5		
3.810	0.150		439.3			352.1			276.8		
4.445	0.175		522.9			416.7			329.4		
5.080	0.200	105.68	593.3	575.8	28.2	509.5	472.0	23.1	373.8	362.2	17.7
5.715	0.225		657.4			536.7			414.1		
6.350	0.250		712.6			586.0			449.0		
6.985	0.275		770.4			617.6			485.4		
7.620	0.300		819.2			661.1			518.1		
8.255	0.325		862.4			689.7			543.3		
8.890	0.350		897.4			709.8			571.6		
9.525	0.375		906.7			724.9			596.4		

POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777.





# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

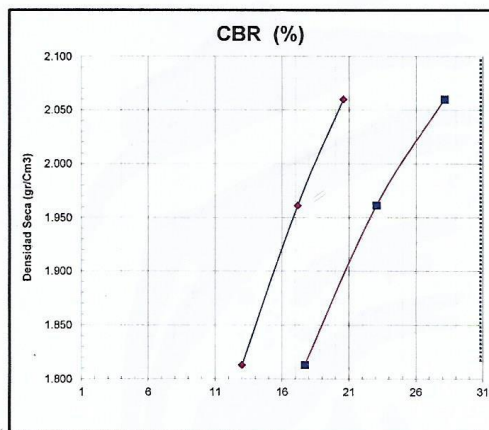
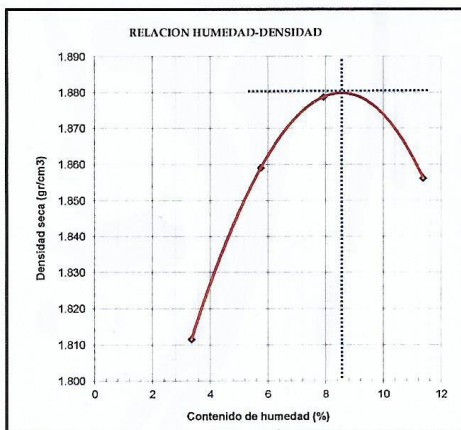
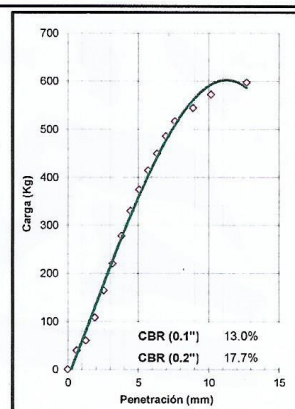
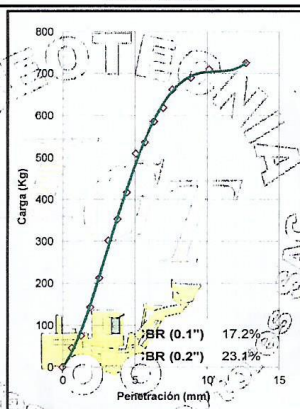
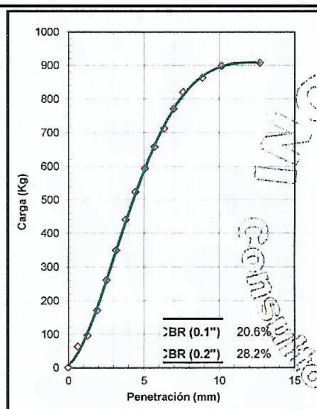
**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
CANTERA : CALICATA C-01  
MUESTRA : TERRENO NATURAL CON 0.5% DE PLASTICO TRITURADO

## **RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883**



CLASIFICACION (SUCS) = ML  
CLASIFICACION (AASHTO) = A-4 (3)  
METODO DE COMPACTACION = ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) = 1.880  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = 8.50

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 13.70	0.2": 19.81
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.45	0.2": 17.03

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**CANTERA** : CALICATA C-01  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CON 1.0% DE PLASTICO TRITURADO

## **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557**

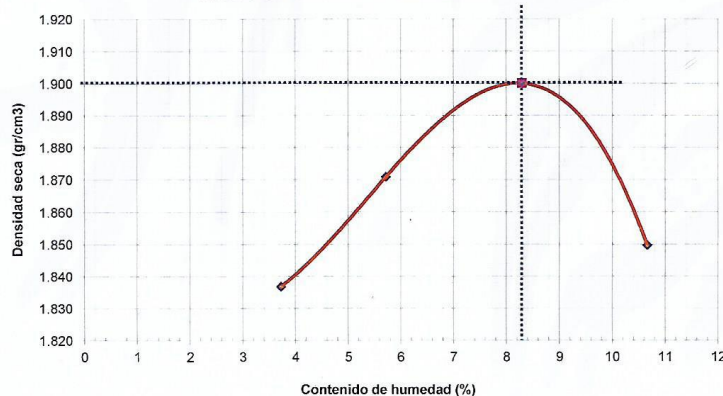
### **DENSIDAD HUMEDA**

Peso suelo + molde	gr	10981.00	11214.00	11470.00	11435.00
Peso molde	gr	4870.00	4870.00	4870.00	4870.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	6111.00	6344.00	6600.00	6565.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	3207.25	3207.25	3207.25	3207.25
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.91	1.98	2.06	2.05

### **CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	175.280	198.550	202.680	234.870
Peso del suelo seco + tara	gr	170.020	189.330	189.220	215.030
Peso de la Tara	gr	29.120	28.350	27.240	28.950
Peso de agua	gr	5.260	9.220	13.460	19.840
Peso del suelo seco	gr	140.900	160.980	161.980	186.080
Porcentaje de Humedad	%	3.73	5.73	8.31	10.66
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.837	1.871	1.900	1.850
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					1.900
Humedad óptima (%)					8.30

### **RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**POL RAY AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDE S. BAJO DEL CENTRO PORRADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NUPESA CON MATERIAL PLASTICO REICLADO CON FINES DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE NUPESA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** JOSEF COBENAS LAYZA  
**FECHA** ABRIL DE 2018  
**CANTERA** CALICATA C-01  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL CON 10% DE PLASTICO TRITURADO

## ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10 (%)		N° 40 (%)		N° 200 (%)		ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %	70.09	53.93	37.66	6.055	37.66	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL / IP	27.6	7.34	Clasificación	SUCS =	ML		ASTHO = A-4 (3)	1.80	8.30
Molde N°	1		2		3				
Altura Molde	17.8		17.8		17.70				
Diámetro Molde	15.225		15.3		15.2				
Altura disco Espaciador	6.055		5.96		6.055				
Diámetro disco espaciador	14.97		15.03		14.94				
Capas N°	5		5		5				
Golpes por capa N°	56		25		12				
Condición de la muestra	antes de mojar		después de mojado		antes de mojar		después de mojado		antes de mojar
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	8499		8614		9268		9431		9175
Peso de molde (g)	4104		4104		4830		4830		4888
Peso del suelo húmedo (g)	4395		4510		4438		4601		4287
Volumen del molde (cm³)	2102		2199		2158		2266		2113
Densidad húmeda (g/cm³)	2.091		2.051		2.056		2.031		2.029
Recipiente (N°)	P2		P3		F6		F7		X1
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	225.18		230.85		249.71		214.40		198.38
Peso Recipiente + suelo seco	209.24		212.74		230.66		195.83		182.24
Peso Recipiente	27.65		26.91		28.35		29.14		28.91
Peso de agua (g)	15.94		18.11		19.05		18.57		16.14
Peso de suelo seco (g)	181.59		195.83		202.31		166.69		153.33
Contenido de humedad (%)	8.78		9.75		9.42		11.14		10.53
Densidad seca (g/cm³)	1.922		1.869		1.879		1.827		1.836

## DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	1.000	0.000	0.0	2.000	0.000	0.0	3.000	0.000	0.0
		24	16.000	0.381	3.3	18.000	0.406	3.5	20.000	0.508	4.4
		48	19.000	0.457	4.0	20.000	0.457	3.9	25.000	0.635	5.5
		72	22.000	0.533	4.6	25.000	0.584	5.0	29.000	0.737	6.3

## C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DE LA CELDA DE CARGA

Penetración	mm.	pulg.	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
				CARGA Kg	CORRECCION kg	% CBR	CARGA kg	CORRECCION kg	% CBR	CARGA kg	CORRECCION kg	% CBR
0.000	0.000			0			0			0		
0.635	0.025			65.4			54.4			43.3		
1.270	0.050			99.9			83.1			66.2		
1.905	0.075			179.2			149.0			118.8		
2.540	0.100	70.455		272.0	297.2	21.8	226.2	246.3	18.1	180.4	195.4	14.3
3.175	0.125			364.2			302.8			241.5		
3.810	0.150			459.1			381.7			304.4		
4.445	0.175			546.4			454.4			362.4		
5.080	0.200	105.68		620.0	601.3	29.4	515.8	499.8	24.4	411.1	398.4	19.5
5.715	0.225			686.9			571.2			455.6		
6.350	0.250			744.7			619.3			493.8		
6.985	0.275			805.1			669.5			533.9		
7.620	0.300			856.0			711.9			567.7		
8.255	0.325			879.3			738.5			597.6		
8.890	0.350			903.8			766.2			628.8		
9.525	0.375			932.6			794.3			656.1		

POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

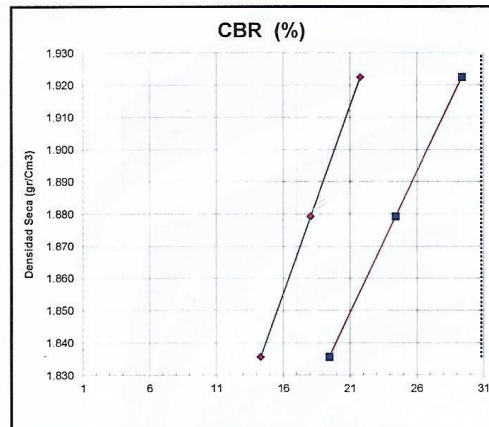
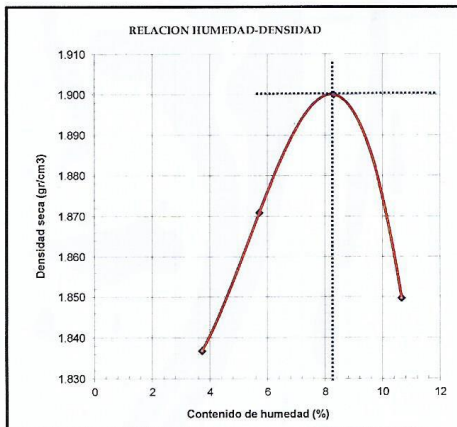
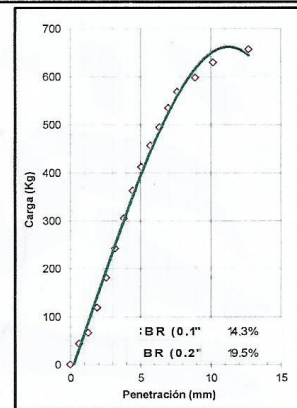
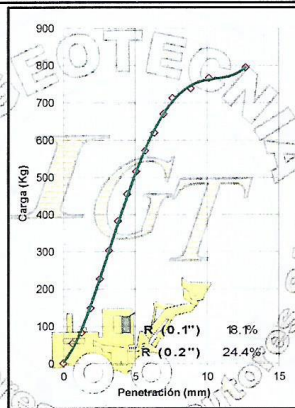
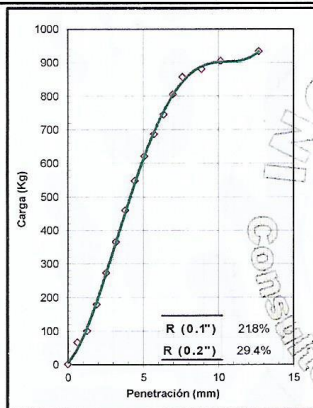
Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
FECHA : ABRIL DE 2018  
CANTERA : CALICATA C-01  
MUESTRA : TERRENO NATURAL CON 1 0% DE PLASTICO TRITURADO

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883



CLASIFICACION (SUCS) = ML  
CLASIFICACION (AASHTO) = A-4 (3)  
METODO DE COMPACTACION = ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ ) = 1.900  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = 8.30

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 19.87	0.2": 26.83
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.74	0.2": 16.03

POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# **INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.**

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA  
**FECHA** : ABRIL DE 2018  
**LUGAR** : CALICATA C-01  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CON 1.5% DE PLASTICO TRITURADO

## **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557**

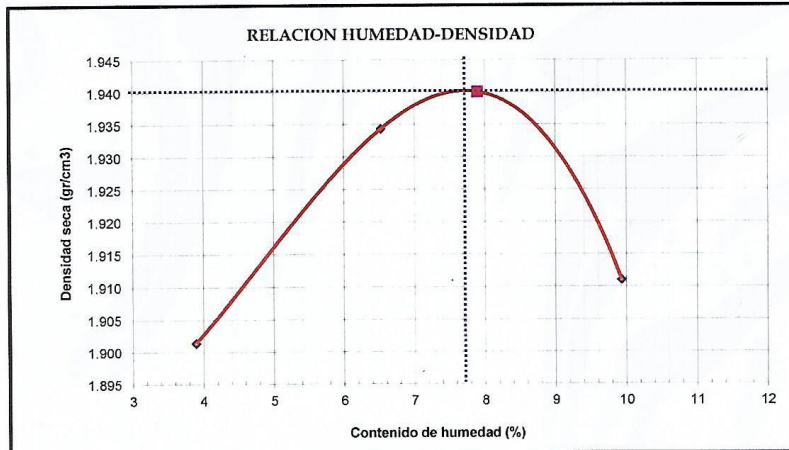
### **DENSIDAD HUMEDA**

Peso suelo + molde	gr	10181.00	10365.00	10436.00	10452.00
Peso molde	gr	5912.00	5912.00	5912.00	5912.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4269.00	4453.00	4524.00	4540.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2161.00	2161.00	2161.00	2161.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.98	2.06	2.09	2.10

### **CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	gr	226.810	215.310	247.130	203.190
Peso del suelo seco + tara	gr	219.360	203.940	230.950	187.340
Peso de la Tara	gr	28.150	29.810	26.380	27.820
Peso de agua	gr	7.450	11.370	16.180	15.850
Peso del suelo seco	gr	191.210	174.130	204.570	159.520
Porcentaje de Humedad	%	3.90	6.53	7.91	9.94
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.901	1.934	1.940	1.911
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					1.940
Humedad óptima (%)					7.90

### **RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL ASIENTAMIENTO HUMANO SOLDEX BAJO DEL CENTRO PORLEADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPIRA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE NEPIRA - PROVINCIA DE L. SANTA - REGIÓN ANCASH  
**SOLICITA** JOSUE COBRAS LAZZA  
**FECHA** ABRIL DE 2018  
**LUGAR** CALICATA C-01  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL CON 1.5% DE PLÁSTICO TRITURADO

## ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10 (%)	N° 40 (%)	N° 200 (%)	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	70.83	53.97	34.93	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL / IP	22.2	5.05	Clasificación	SUCS = ML	ASHTO = A-4 (3)	1.94 7.90
Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.700		17.600		17.700	
Diámetro Molde	15.235		15.275		15.245	
Altura disco espaciador	6.055		5.960		6.055	
Diámetro disco espaciador	14.965		15.025		14.935	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	26		25		12	
Condición de la muestra	antes de mojar	después de mojado	antes de mojar	después de mojado	antes de mojar	después de mojado
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	12954	13280	12905	13172	12830	12936
Peso de molde (g)	8408	8408	8346	8346	8406	8406
Peso del suelo húmedo (g)	4546	4872	4559	4826	4424	4530
Volumen del molde (cm³)	2123	2340	2133	2366	2126	2367
Densidad húmeda (g/cm³)	2.141	2.082	2.137	2.040	2.081	1.914
Recipiente (N°)	1	2	3	4	5	6
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	201.84	236.15	226.37	251.62	247.45	261.30
Peso Recipiente + suelo seco	186.74	215.39	206.13	224.31	222.23	233.88
Peso Recipiente	28.15	29.34	28.91	27.49	27.62	26.75
Peso de agua (g)	15.10	20.78	20.24	27.31	25.22	27.42
Peso de suelo seco (g)	158.59	186.05	177.22	196.82	194.61	207.13
Contenido de humedad (%)	9.52	11.16	11.42	13.88	12.96	13.24
Densidad seca (g/cm³)	1.955	1.873	1.918	1.791	1.843	1.690

## DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion	Lectura Extens.	Expansion	Lectura Extens.	Expansion
				mm %		mm %		mm %
		0.00	1.000	0.000 0.0	1.000	0.000 0.0	2.000	0.000 0.0
		12.00	25.000	0.610 5.2	28.000	0.888 5.9	32.000	0.762 6.5
		24.00	35.000	0.864 7.4	39.000	0.965 8.3	42.000	1.016 8.7
		36.00	48.000	1.104 10.3	51.000	1.270 10.9	54.000	1.321 11.3

## C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION	% CBR	CARGA	CORRECCION	% CBR	CARGA	CORRECCION	% CBR
mm.	pulg.	Kg/cm2	Kg	kg	kg	kg	% CBR	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0		0			0		
0.635	0.025		82.1		68.1			70.9		
1.270	0.050		149.9		127.6			102.0		
1.905	0.075		241.6		197.0			152.9		
2.540	0.100	70.455	286.5	268.8	253.2	252.0	18.4	198.3	159.0	11.6
3.175	0.125		329.6		324.9			232.1		
3.810	0.150		403.3		373.2			250.6		
4.445	0.175		475.1		429.3			289.6		
5.080	0.200	105.68	540.1	541.3	480.9	486.6	23.6	349.6	332.6	16.2
5.715	0.225		614.7		538.5			386.6		
6.350	0.250		690.8		599.2			438.3		
6.985	0.275		755.8		643.7			487.8		
7.620	0.300		811.9		683.6			524.9		
8.250	0.350		848.3		747.2			574.6		
10.160	0.400		913.1		819.3			598.0		
12.700	0.500		951.3		853.0			633.2		

POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SOLIDEX BAJO DEL CENTRO POBLADO SAN JACINTO  
DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLASTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NEPEÑA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : JOSUE COBEÑAS LAYZA

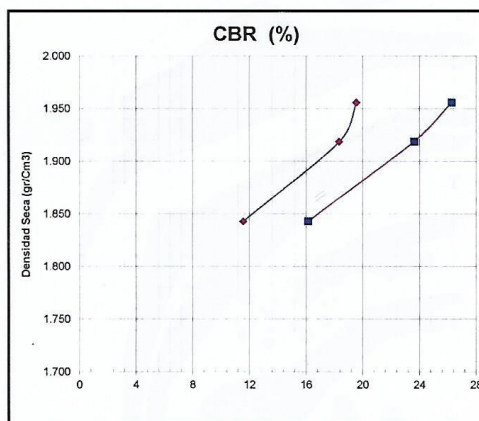
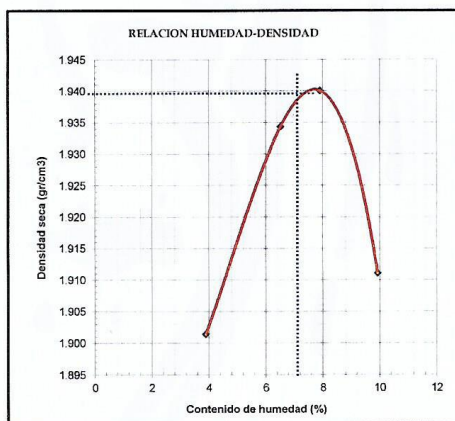
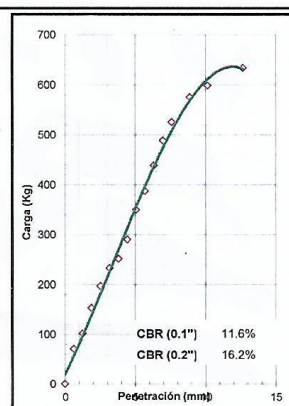
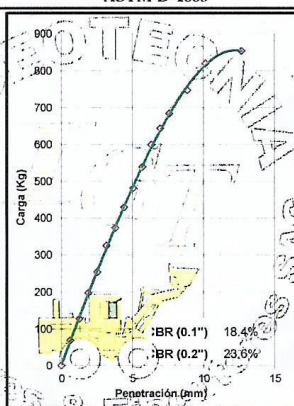
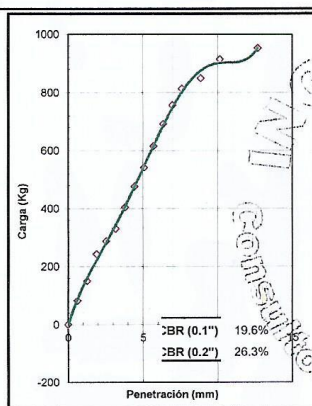
**FECHA** : ABRIL DE 2018

**LUGAR** : CALICATA C-01

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CON 1.5% DE PLASTICO TRITURADO

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883



CLASIFICACION (SUCS) = ML  
CLASIFICACION (AASHTO) = A-4 (3)  
METODO DE COMPACTACION = ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) = 1.940  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = 7.90

CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20.09	0.2": 26.41
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 13.98	0.2": 18.67

**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777

# NORMAS E O50

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>07</b>
1.1 OBJETIVO.....	07
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	07
1.3 OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS.....	07
1.4 ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).....	09
1.5 ALCANCE DEL EMS.....	09
1.6 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS.....	09
1.7 RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA.....	09
1.8 RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE.....	09
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>ESTUDIOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 INFORMACIÓN PREVIA.....	10
2.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	12
2.3 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.4 INFORME DEL EMS.....	24
 <b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.....</b>	<b>29</b>
3.1 CARGAS A UTILIZAR.....	29
3.2 ASENTAMIENTO TOLERABLE.....	29
3.3 CAPACIDAD DE CARGA.....	31
3.4 FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE.....	31
3.5 PRESIÓN ADMISIBLE.....	31
 <b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....</b>	<b>32</b>
4.1 DEFINICIÓN.....	32
4.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.....	32
4.3 PRESIÓN ADMISIBLE.....	33
4.4 CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS.....	33
4.5 CARGAS EXCÉNTRICAS.....	34
4.6 CARGAS INCLINADAS.....	35

4.7	CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TALUDES.....	35
-----	---	----

## **CAPÍTULO 5**

<b>CIMENTACIONES PROFUNDAS.....</b>	<b>37</b>
-------------------------------------	-----------

5.1	DEFINICIÓN.....	37
5.2	CIMENTACIÓN POR PILOTES.....	38
5.3	CIMENTACIÓN POR PILARES.....	42
5.4	CAJONES DE CIMENTACION.....	43

## **CAPÍTULO 6**

<b>PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN.....</b>	<b>45</b>
---	-----------

6.1	SUELOS COLAPSABLES.....	45
6.2	ATAQUE QUIMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS.....	47
6.3	SUELOS EXPANSIVOS.....	48
6.4	LICUACIÓN DE SUELOS.....	50
6.5	SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES .....	51

## **ANEXO I**

<b>GLOSARIO.....</b>	<b>55</b>
----------------------	-----------

## **ANEXO II**

**NORMA ESPAÑOLA – UNE 103-801-94**

<b>GEOTÉCNIA - PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA.....</b>	<b>59</b>
--	-----------



## **CAPÍTULO 1 GENERALIDADES**

### **1.1 OBJETIVO**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos\* (**EMS**), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los **EMS** se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

### **1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas.

La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

### **1.3 OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS**

#### **1.3.1 Casos donde existe obligatoriedad**

Es obligatorio efectuar el **EMS** en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- b) Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.

---

\* Ver Glosario

- c) Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un **EMS**, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del **EMS** correspondiente deberá ser firmado por un **Profesional Responsable (PR)\***.

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del "Resumen de las Condiciones de Cimentación" del **EMS** (Ver Sección 2.4.1.a).

### 1.3.2 Casos donde no existe obligatoriedad

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m<sup>2</sup> y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del **PR** que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima "p" indicada en la Sección 2.3.2.c.

El **PR** no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un **EMS**.

---

\* Ver Glosario

#### **1.4 ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (*EMS*)**

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en la Sección 2.3.

#### **1.5 ALCANCE DEL *EMS***

La información del *EMS* es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del *EMS*, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

#### **1.6 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL *EMS***

Todo *EMS* deberá ser firmado por el *PR*, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El *PR* no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

#### **1.7 RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA**

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsables de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un *EMS*, para el área y tipo de obra específico.

#### **1.8 RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE\***

Proporcionar la información indicada en la Sección 2.1 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

---

\* Ver Glosario



## CAPÍTULO 2 ESTUDIOS

### 2.1 INFORMACIÓN PREVIA

Es la que se requiere para ejecutar el **EMS**. Los datos indicados en las Secciones 2.1.1, 2.1.2.a, 2.1.2.b y 2.1.3 serán proporcionados por quien solicita el **EMS** (El Solicitante) al **PR** antes de ejecutarlo. Los datos indicados en las Secciones restantes serán obtenidos por el **PR**.

#### 2.1.1 Del terreno a investigar

- a) Plano de ubicación y accesos
- b) Plano topográfico con curvas de nivel. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, bastará un levantamiento planimétrico. En todos los casos se harán indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes. En el plano deberá indicarse también, la ubicación prevista para las obras. De no ser así, el programa de Investigación (Sección 2.3), cubrirá toda el área del terreno.
- c) La situación legal del terreno.

#### 2.1.2 De la obra a cimentar

- a) Características generales acerca del uso que se le dará, número de pisos, niveles de piso terminado, área aproximada, tipo de estructura, número de sótanos, luces y cargas estimadas.
- b) En el caso de edificaciones especiales (que transmitan cargas concentradas importantes, que presenten luces grandes, alberguen maquinaria pesada o que vibren, que generen calor o frío o que usen cantidades importantes de agua), deberá contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y niveles de piso terminado, o los parámetros dinámicos de la máquina, las tolerancias de las estructuras a movimientos totales o diferenciales y sus condiciones límite de servicio y las eventuales vibraciones o efectos térmicos generados en la utilización de la estructura.
- c) Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.
- d) Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (**PIM**)\* del **EMS** (Sección 2.3.2), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 2.1.2, donde **A**, **B** y **C** designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la

---

\* Ver 2.3.2

investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el **A** más exigente que el **B** y éste que el **C**.

<p align="center"><b>TABLA N° 2.1.2</b> <b>TIPO DE EDIFICACIÓN</b></p>					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
<p>• Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.</p>					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
		B	A		

### 2.1.3 Datos generales de la zona

El **PR** recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al **EMS**.

### 2.1.4 De los terrenos colindantes

Datos disponibles sobre **EMS** efectuados

### 2.1.5 De las edificaciones adyacentes

Números de pisos incluidos sótanos, tipo y estado de las estructuras. De ser posible tipo y nivel de cimentación.

### 2.1.6 Otra información

Cuando el **PR** lo considere necesario, deberá incluir cualquier otra información de carácter técnico, relacionada con el **EMS**, que pueda afectar la capacidad portante, deformabilidad y/o la estabilidad del terreno.

## 2.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

### 2.2.1 Técnicas de Investigación de Campo

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los **EMS** son las indicadas en la Tabla N° 2.2.1.

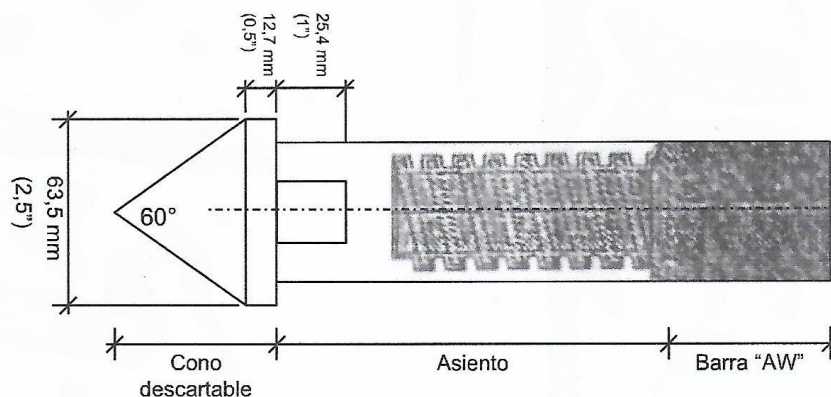
TABLA N° 2.2.1	
TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería(sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jete **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado ( DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***



- \* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.
- \*\* Estos ensayos solo se emplearán para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.
- \*\*\* Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 103-801:1994\* (peso del martillo, altura de caída, método de ensayo, etc.) con excepción de lo siguiente: Las Barras serán reemplazadas por las "AW", que son las usadas en el ensayo SPT, NTP339.133 (ASTM D1586) y la punta cónica se reemplazará por un cono de 6,35 cm (2.5 pulgadas) de diámetro y 60° de ángulo en la punta según se muestra en la Figura 2.2.1. El número de golpes se registrará cada 0,15 m y se graficará cada 0,30 m.  $C_n$  es la suma de golpes por cada 0,30 m

**NOTA:** Los ensayos de densidad de campo, no podrán emplearse para determinar la densidad relativa y la presión admisible de un suelo arenoso.

**FIGURA N° 2.2.1**



### 2.2.2 Aplicación de las Técnicas de Investigación

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente Capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicará la "Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción" NTP 339.162 (ASTM D 420).

#### a) Pozos o Calicatas y Trincheras

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y

\* Ver Anexo

trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El **PR** deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

**b) Perforaciones Manuales y Mecánicas**

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

**b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico**

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 m.

**b-2) Perforaciones por Lavado con Agua.**

Se recomiendan para diámetros menores a 0,100 m. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

**c) Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133 (ASTM D 1586)**

Los Ensayos de Penetración Estándar (**SPT**) son aplicables, según se indica en la Tabla N° 2.2.2

No se recomienda ejecutar ensayos **SPT** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

**d) Ensayo de Penetración Cuasi-Estática Profunda de Suelos con Cono y Cono de Fricción (CPT) NTP339.148 (ASTM D 3441)**

Este método se conoce también como el cono Holandés. Véase aplicación en la Tabla N° 2.2.2.

**e) Cono Dinámico Superpesado (DPSH) UNE 103-801:1994**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **DPSH** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 2.2.2.

**f) Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994 ver tabla (2.2.1)**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos *Tipo Peck* en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 2.2.2.

**g) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP339.159 (DIN 4094)**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos *DPL* en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. Véase aplicación en la Tabla N° 2.2.2.

**h) Método Normalizado para Ensayo de Corte con Veleta de Campo en Suelos Cohesivos NTP 339.155 (ASTM D 2573)**

Este ensayo es aplicable únicamente cuando se trata de suelos cohesivos saturados desprovistos de arena o grava, como complemento de la información obtenida mediante calicatas o perforaciones. Su aplicación se indica en la Tabla N° 2.2.2

**i) Método de Ensayo Normalizado para la Capacidad Portante del Suelo por Carga Estática y para Cimientos Aislados NTP 339.153 (ASTM D 1194)**

Las pruebas de carga deben ser precedidas por un *EMS* y se recomienda su uso únicamente cuando el suelo a ensayar es



tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la cimentación y es semejante al ubicado bajo el plato de carga. Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos, se indican en la Tabla N° 2.2.2.

TABLA N° 2.2.2 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP 339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N <sub>20</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 <sup>(4)</sup>	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C <sub>n</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148 (ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q <sub>c</sub> , f <sub>c</sub>	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(3)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C <sub>u</sub> , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	—	—	—	—

(1) Según Clasificación **SUCS**, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

C<sub>u</sub> = Cohesión en condiciones no drenadas.

N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el ensayo estándar de penetración.

N<sub>20</sub> = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con DPSH

C<sub>n</sub> = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración mediante auscultación con Cono Tipo Peck.

n = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.

q<sub>c</sub> = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.

f<sub>c</sub> = Fricción en el manguito.



St = Sensitividad.

- (3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.
- (4) Ver tabla 2.2.2

Nota. Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.2.1

### 2.2.3. Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos "in situ" y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de preconsolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

### 2.2.4. Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 2.2.4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

TABLA N° 2.2.4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

### 2.2.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 2.2.5

TABLA N° 2.2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

### 2.2.6 Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico



### 2.2.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 2.2.5

TABLA N° 2.2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

### 2.2.6 Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico

de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

## **2.3 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1. Generalidades**

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- a) Condiciones de frontera.
- b) Número  $n$  de puntos a investigar.
- c) Profundidad  $p$  a alcanzar en cada punto.
- d) Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- e) Número y tipo de muestras a extraer.
- f) Ensayos a realizar "In situ" y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM (Programa de Investigación Mínimo)**, debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

### **2.3.2. Programa de Investigación Mínimo - PIM**

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en la Sección 2.3.2.a.

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

#### **a) Condiciones de Frontera**

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a-1)** No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades.
- a-2)** No existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.

- a-3) El tipo de edificación (Tabla N° 2.1.2) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros.
- a-4) El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros.
- a-5) Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial.
- a-6) La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros.

**b) Número “n” de puntos de Investigación**

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 2.3.2 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

<b>TABLA N° 2.3.2</b> <b>NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de <i>puntos de investigación</i> (n)</b>
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

(n) nunca será menor de 3, excepto en los casos indicados en la Sección 1.3.2.

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determinará en función del área en planta de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno.

**c) Profundidad “p” mínima a alcanzar en cada punto de Investigación**

**c-1) Cimentación Superficial**

Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACIÓN SIN SÓTANO:

$$p = D_f + z$$



#### EDIFICACIÓN CON SÓTANO:

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

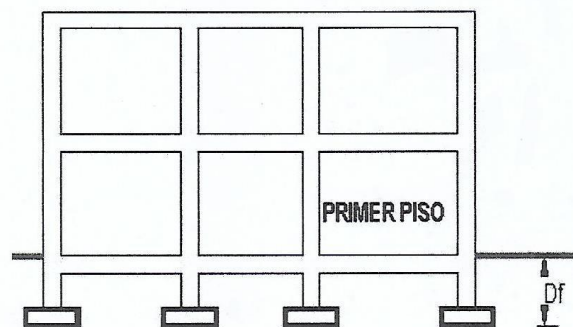
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z = 1,5 B$ ; siendo  $B$  el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar una profundidad  $z$  menor a  $1,5 B$ . En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m.

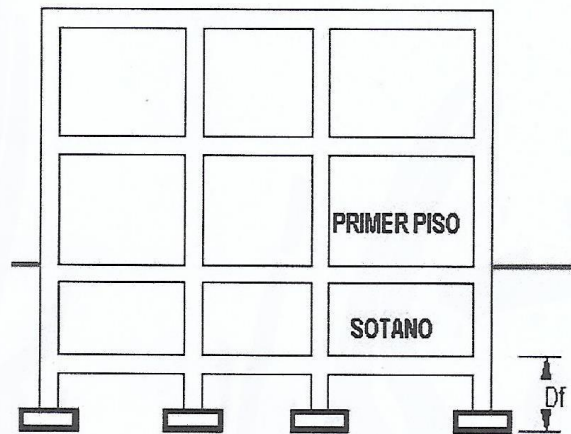
En ningún caso  $p$  será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad  $p$ , en cuyo caso el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

FIGURA N° 2.3.2 (C1)

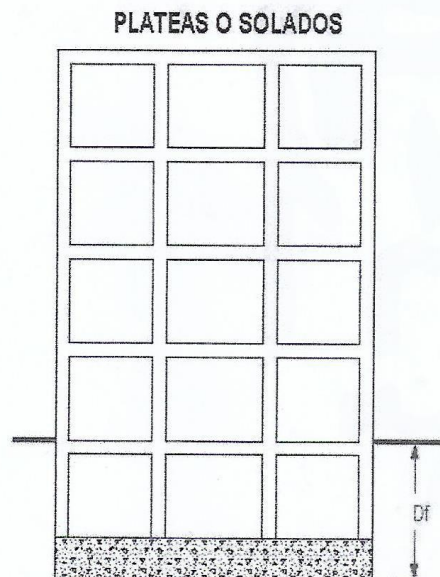


PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN ZAPATAS SUPERFICIALES





PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN ZAPATAS BAJO SÓTANOS



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN PLATEAS O SOLADOS

**c-2) Cimentación Profunda**

La profundidad mínima de investigación, corresponderá a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad  $z$ .

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilares, etc.). En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el extremo de la cimentación profunda.

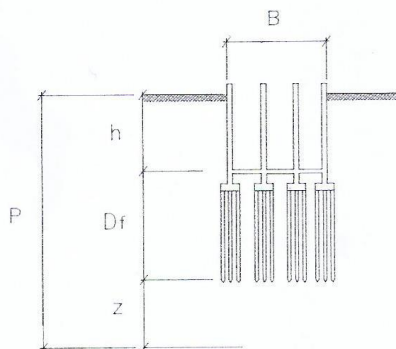
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z$  = 6,00 metros, en el 80 % de los sondeos.

=  $1,5 B$ , en el 20 % de los sondeos, siendo  $B$  el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar para  $p$ , la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no deberá ser menor de 5 m. Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad  $p$ , el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 m.

**Figura N° 2.3.2 (c-2)**



**d) Distribución de los puntos de Investigación**

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

**e) Número y tipo de muestras a extraer**

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondaje una muestra tipo **Mab**\* por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista **D<sub>f</sub>** y a partir de éste una muestra tipo **Mib** o **Mit** cada metro, hasta alcanzar la profundidad **p**, tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener una muestra tipo **Mib** o **Mit**, ésta se sustituirá por un ensayo "in situ" y una muestra tipo **Mab**.

**f) Ensayos a realizar "in situ" y en laboratorio**

Se realizarán, sobre los estratos típicos y/o sobre las muestras extraídas según las Normas indicadas en laS Tabla N° 2.2.2 y Tabla N° 2.2.5. Las determinaciones a realizar, así como lo mínimo de muestras a ensayar será determinado por el **PR**.

**2.4 INFORME DEL EMS**

El informe del **EMS** comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos "in situ" y de Laboratorio

**2.4.1 Memoria Descriptiva**

**a) Resumen de las Condiciones de Cimentación**

Descripción resumida de todos y cada uno de los tópicos principales del informe:

- Tipo de cimentación.
- Estrato de apoyo de la cimentación.

---

\* Ver Tabla 2.2.4

- Parámetros de diseño para la cimentación (Profundidad de la Cimentación, Presión Admisible, Factor de Seguridad por Corte y Asentamiento Diferencial o Total).
  - Agresividad del suelo a la cimentación..
  - Recomendaciones adicionales.
- b) Información Previa**  
Descripción detallada de la información recibida de quien solicita el **EMS** y de la recolectada por el **PR** de acuerdo a la Sección 2.1.
- c) Exploración de Campo**  
Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.
- d) Ensayos de Laboratorio**  
Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.
- e) Perfil del Suelo**  
Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488).
- f) Nivel de la Napa Freática**  
Ubicación de la napa freática, indicando la fecha de medición y comentarios sobre su variación en el tiempo.
- g) Análisis de la Cimentación**  
Descripción de las características físico – mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluirá memorias de cálculo en cada caso, en la que deberán indicarse todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En esta Sección se incluirá como mínimo:
- Memoria de cálculo.
  - Tipo de cimentación y otras soluciones si las hubiera.
  - Profundidad de cimentación ( $D_f$ ).



- Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad (**FS**).
- Estimación de los asentamientos que sufriría la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- Presión admisible del terreno.
- Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencia de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.).
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzada.
- Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.

#### **h) Efecto del Sismo**

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** proporcionará como mínimo lo siguiente:

- El Factor de Suelo (**S**) y
- El Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo ( **$T_p(S)$** ).

Para una condición de suelo o estructura que lo amerite, el **PR** deberá recomendar la medición "in situ" del Período Fundamental del Suelo, a partir del cual se determinarán los parámetros indicados.



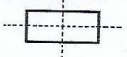

En el caso que se encuentren suelos granulares saturados sumergidos de los tipos: arenas, limos no plásticos o gravas contenidas en una matriz de estos materiales, el **EMS** deberá evaluar el potencial de licuefacción de suelos, de acuerdo a la Sección 6.4.

### **2.4.2 Planos y Perfiles de Suelos**

#### **a) Plano de Ubicación del Programa de Exploración**

Plano topográfico o planimétrico (ver Sección 2.1.1) del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la cota (o **BM**) de referencia utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla N° 2.4.2.



TABLA N° 2.4.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n – número correlativo de sondaje.

**b) Perfil Estratigráfico por Punto Investigado**

Debe incluirse la información del Perfil del Suelo indicada en la Sección 2.4.1.e, así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos "in situ". Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en la Figura N° 2.4.2.b.

**2.4.3 Resultados de los Ensayos de Laboratorio**

Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio según la aplicación de las Normas de la Tabla N° 2.2.5.

**FIGURA N° 2.4.2.b**  
**Simbología de Suelos (Referencial)**

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

# ASTM D 422

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO****MTC E 107- 2000**

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 422 y AASHTO T 88, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

**1. OBJETIVO**

**1.1** La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**1.2** Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

**2. APARATOS**

**2.1** *Dos balanzas.* Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

**2.2** *Tamices de malla cuadrada*

75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

75 mm (3"), 37,5 mm (1-½"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (N° 4), 2,36 mm (N° 8), 1,10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).

**2.3** *Estufa,* capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).

**2.4** *Envases,* adecuados para el manejo y secado de las muestras.

**2.5** *Cepillo y brocha,* para limpiar las mallas de los tamices.

**3. MUESTRA**

**3.1** Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.





**3.2** Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

**3.3** El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1.

**Tabla 1**

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción ( gr)
9,5 ( 3 /8")	500
19,6 (¾")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (N° 4) será aproximadamente de 115 g, para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

**3.4** En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral 6.1.

- Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4)

#### **4. ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (N° 4).**

**4.1** Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

75 mm (3"), 50 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,7 mm (N° 4), o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.





**4.2** En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente; el resultado se puede verificar usando el método manual.

**4.3** Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

## **5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN FINA**

**5.1** El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver modo operativo MTC E 109.
- Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
- La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200) se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200)

**5.2** Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200).

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.
- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.



- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) y se pesa.
- Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones 4.2 y 4.3.

## 6. CÁLCULOS

### 6.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (N° 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.
- Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

### 6.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en la tamiz de } 0,074 \text{ mm}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en la tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

**6.3** Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

$W$  = Peso de suelo secado al aire  
 $W_1$  = Peso de suelo secado en el horno

## 7. OBSERVACIONES

**7.1** El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación.

Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

**7.2** Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
- Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- Errores en las pesadas y en los cálculos.





## 8. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	D 422
AASHTO	T 88

# DIN 4094



## ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL) NTP 339.159 - DIN 4094



### OBJETIVOS

- Determinar el Esfuerzo Cortante en un Suelo.
- Determinar los valores de Consistencia y el ángulo de fricción.
- Obtener información de las condiciones reales en la que se encuentra el terreno.
- Manejo de equipo DPL.

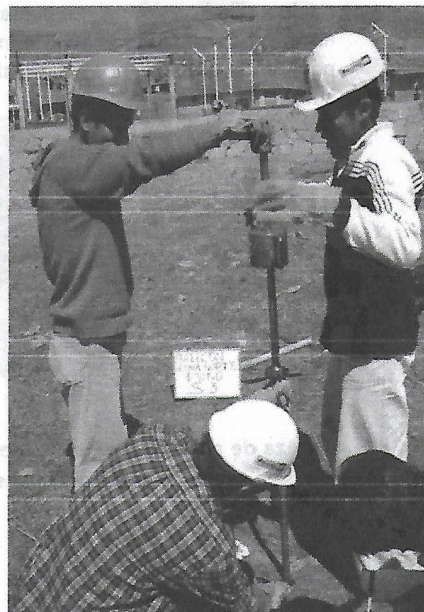
### DEFINICION

#### Prueba Dinámica Ligera (DPL):

El ensayo de Penetración Dinámica del Tipo Ligero ideado en Alemania para evaluar la capacidad portante del subsuelo de manera directa, se realiza mediante la medición de la resistencia que ofrece el suelo al avance del aparato llamado penetrómetro, mediante golpes (penetrómetro dinámico).

La profundidad de investigación para obtener resultados confiables es de 8 m aproximadamente.

El ensayo DPL consiste en el hincado continuo en tramos de 10 cm. de una punta cónica de 60° utilizando la energía de un martillo de 10 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm. Este ensayo nos permite obtener un registro continuo de resistencia del terreno a la penetración en función del tipo de suelo, para cada 30 cm de hincado.



## APLICACIÓN

### Suelos Adecuados para la Ejecución del Ensayo

- Arenosos
- Limo Arenosos
- Arena Limosos
- Arcillas

### Suelos Inadecuados para el ensayo

- Aluvionales
- Aluviales
- Suelos gravosos

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de DPL DIN 4094
- Cono metálico de penetración (60°)
- Yunque o Cabezote
- Varillas o tubos de perforación
- Martillo o pesa (10kg)
- Barra guía
- Otros equipos: Guantes y alicates de manipuleo

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO DPL

Como se describió en el ítem características del equipo DPL, los componentes son:

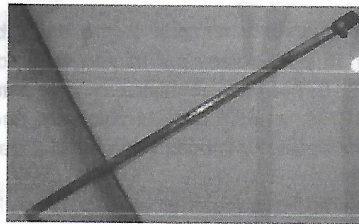
- **Cono Dinámico:** El cono dinámico está compuesto de dos zonas que son: punta y cilindro principal. La punta es la encargada de entregar al suelo toda la energía generada por el martillo mientras que el cilindro solo traspasa la carga, poseyendo una leve inclinación esto con el objeto de no provocar fricción con el suelo.



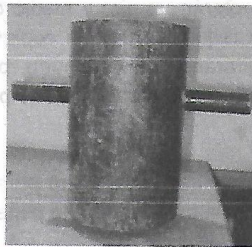
- **Cabeza de golpeo o Yunque:** Pieza que recibe el impacto del martillo cuando es utilizado y cuyo objetivo es transmitir la energía producida hacia la punta del cono dinámico.



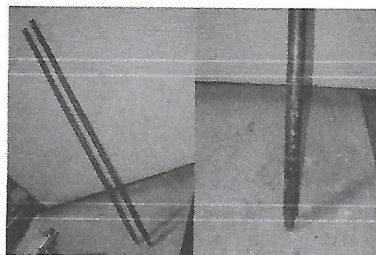
- **Barra guía:** Pieza unida al yunque que permite dar la altura de caída requerida por el martillo y a su vez guía en su caída libre hacia el yunque.



- **Martillo o Martinete:** Pieza cilíndrica utilizada para generar la energía mecánica requerida para la hincada del cono. El martillo se utiliza gravitacionalmente y posee un peso de 10 KG.



- **Varillaje:** Barras metálicas las cuales transmiten la energía producida por el martillo hacia el cono. Las barras se conectan desde el yunque hacia el cono cilíndrico, poseen una longitud de un metro y poseen líneas de referencia cada diez centímetros, con el objeto de facilitar el estudio.



#### PROCEDIMIENTO DE ENSAYO



La profundidad requerida dependerá de las condiciones locales y el propósito de la prueba particular.

#### **Equipo de sondeo**

Los sondeos se efectuarán verticalmente a menos que se indique de otra forma.

Los equipos de sondeo se apoyarán firmemente. Las tuberías y el cono deben ser niveladas inicialmente para que las barras ingresen verticalmente. Puede requerirse una perforación previa de poca profundidad. El diámetro del agujero del taladro será ligeramente más grande que la del cono.

El equipo de la prueba se posicionará de tal manera que las barras no puedan doblarse sobre la superficie del suelo.

#### **Hincado**

El penetrómetro será continuamente hincado dentro del subsuelo. La velocidad de hincado debe estar entre 15 y 30 golpes por minuto excepto cuando el suelo ya es conocido por perforación o ha sido identificado por sonido que están siendo penetrados en arena o gravas; en este caso la velocidad puede incrementarse a 60 golpes por minuto. La experiencia nos muestra que la velocidad de hincado tiene poca influencia en los resultados.

Todas las interrupciones serán registradas en el sitio. Todos los factores que pueden influir en la resistencia a la penetración (por ejemplo, la estrechez de los acoplamientos de la barra, la verticalidad de las barras) deben verificarse regularmente. Se registrará cualquier desviación de los procedimientos de la prueba recomendados. Las barras se rotarán un giro y medio cada metro para mantener el agujero recto y vertical y para reducir la fricción superficial. Cuando la profundidad excede 10 m, las barras se girarán más a menudo, por ejemplo, cada 0.2 m. Se recomienda usar un dispositivo de rotación mecanizado para grandes profundidades.

#### **Medidas**

El número de golpes se debe registrar cada 0.1 m para el DPL. Los golpes pueden fácilmente ser medidos marcando la profundidad de penetración definida (0.1 o 0.2 m) en la tubería.

El rebote por golpe debe ser menor de 50% de la penetración por golpe. En casos excepcionales (fuera de estos rangos), cuando la resistencia a la penetración es baja, por ejemplo, en las arcillas suaves, la profundidad de penetración por golpe puede marcarse. En suelos duros donde la resistencia a la penetración es muy alta, puede marcarse la penetración para un cierto número de golpes.

#### **RECOMENDACIONES**

- Anticipar el ensayo conociendo el terreno.
- Se recomienda que al momento de efectuar el ensayo de DPL tener más cuidado con el equipó para tener los cálculo excelentes y precisos en el laboratorio de suelos.

## CONCLUSIONES

- La nomenclatura para el número de golpes del DPL de acuerdo a la Norma E050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones es “n” para 0.10 m de penetración.
- Existen diversas correlaciones entre el número de golpes “N” y parámetros del suelo.
- El equipo DPL debido a su gran versatilidad y peso ligero viene siendo utilizado en forma masiva, siendo necesario calibrar sus resultados con los del ensayo SPT, de acuerdo al tipo de suelo.
- Es de mucha importancia realizar este Ensayo de D.P.L. porque nos dará una idea de cuánto será el Esfuerzo Cortante del Suelo, antes de realizar los Ensayos de Corte Directo y Triaxial.



# ASTM D 1557



## COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]) (PROCTOR MODIFICADO)

### Referencia

ASTM D-1557, J. E. Bowles ( Experimento N° 9) , MTC E 115-2000

### OBJETIVO

- Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>).

*Nota 1: Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.*

*Nota 2: El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado.*

- Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" pulg (19,0 mm).

*Nota 3: Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 3/4" (19,0 mm) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción pasante la malla de 3/4" (19,0 mm), ver ensayo ASTM D 4718 ("Método de ensayo para corrección del Peso Unitario y Contenido de Agua en suelos que contienen partículas sobredimensionadas").*

- Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

### APARATOS

- Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección.
- El collar de extensión debe de alinearse con el interior

del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $4,000 \pm 0,016$  pulg ( $101,6 \pm 0,4$  mm) de diámetro interior, una altura de  $4,584 \pm 0,018$  pulg ( $116,4 \pm 0,5$  mm) y un volumen de  $0,0333 \pm 0,0005$  pie<sup>3</sup> ( $944 \pm 14$  cm<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.





- Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $6,000 \pm 0,026$  pulg ( $152,4 \pm 0,7$  mm) de diámetro interior, una altura de:  $4,584 \pm 0,018$  pulg ( $116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen de  $0,075 \pm 0,0009$  pie<sup>3</sup> ( $2\,124 \pm 25$  cm<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig.2.
- Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente ó mecánicamente. El pisón debe caer libremente a una distancia de  $18 \pm 0,05$  pulg ( $457,2 \pm 1,6$  mm) de la superficie de espécimen.
- *Nota 5: Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó  $0,4536$  kg ó  $1N$  es igual a  $0,2248$  libras-masa ó  $0,1020$  kg.*
- Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- Balanza.- Una balanza de aproximación de 1 gramo.
- Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $230 \pm 9$  °F ( $110 \pm 5$  °C) a través de la cámara de secado.
- Regla.- Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,005$  pulg ( $\pm 0,1$  mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 1/8 pulg (3 mm).
- Tamices ó Mallas.- De  $\frac{3}{4}$  pulg (19,0 mm),  $\frac{3}{8}$  pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11 ("Especificación para mallas metálicas con fines de ensayo").
- Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

#### METODO "A"

- Molde.- 4 pulg. de diámetro (101,6mm)
- Material.- Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).
- Capas.- 5
- Golpes por capa.- 25
- Uso.- Cuando el 20% ó menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75 mm).
- Otros Usos.- Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

#### METODO "B"

- Molde.- 4 pulg. (101,6 mm) de diámetro.
- Materiales.- Se emplea el que pasa por el tamiz de  $\frac{3}{8}$  pulg (9,5 mm).
- Capas.- 5
- Golpes por capa.- 25
- Usos.- Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75mm) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz  $\frac{3}{8}$  pulg (9,5 mm).
- Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

#### METODO "C"





- Molde.- 6 pulg. (152,4mm) de diámetro.
- Materiales.- Se emplea el que pasa por el tamiz  $\frac{3}{4}$  pulg (19,0 mm).
- Capas.- 5
- Golpes por Capa.- 56
- Usos.- Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz  $\frac{3}{8}$  pulg (9,53 mm) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz  $\frac{3}{4}$  pulg (19,0 mm).
- El molde de 6 pulgadas (152,4 mm) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

*Nota 4: Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.*

- Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de fracción extradimensionada (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo usando el método de ensayo ASTM D-4718.
- Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método es usado para suelos que drenan libremente el máximo Peso Unitario Seco no estará bien definida y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D-4253 (Maximum Index Density and Unit Weight of Soil Using a Vibratory Table).

#### DEFINICIONES

Un suelo con un contenido de Humedad determinado es colocado en 5 capas dentro de un molde de ciertas dimensiones, cada una de las capas es compactada en 25 ó 56 golpes con un pisón de 10 lbf (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente de 56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>). Se determina el Peso Unitario Seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el Peso Unitario Seco y el Contenido de Agua del Suelo. Estos datos, cuando son plotados, representan una relación curvilínea conocida como curva de Compactación. Los valores de Optimo Contenido de Agua y Máximo Peso Unitario Seco Modificado son determinados de la Curva de Compactación.

#### IMPORTANCIA Y USO

El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el optimo contenido de humedad ( $w_o$ ) y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ) mediante un ensayo de compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del optimo ( $w_o$ ) ó al optimo ( $w_o$ ) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ). La selección del contenido de agua ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ), y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ) se debe basar en experiencias



pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

#### MUESTRAS

La muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 35 lbm (16 kg) y para el Método C es aproximadamente 65 lbm (29 kg) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 50 lbm (23 kg) y 100 lbm (45 kg) respectivamente.

Determinar el porcentaje de material retenido en la malla N° 4 (4,75mm), 3/8pulg (9,5mm) ó 3/4pulg (19,0mm) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (MTC E – 204). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información es deseada.





### PREPARACIÓN DE APARATOS

Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación al gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.

Chequear que el ensamblado del pisón este en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesario. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.

### PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

#### SUELOS:

- No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- Utilice el método de preparación húmedo

**Método de Preparación Húmeda (Preferido).** Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz N° 4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó ¾ pulg (19,0 mm), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.

- Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, por adiciones de agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación. Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

*Nota 6: Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.*

- Usar aproximadamente 5 lbm (2,3 kg) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 13 lbm (5,9 kg) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 140 °F (60 °C). Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación.
- **Método de Preparación Seca.** Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 140 °F (60 °C). Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar moler las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: N°4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó ¾ pulg (19,0 mm). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 3/8 pulg de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.
- Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes.



- Usar aproximadamente 5 lbm (2,3 kg) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 13 libras (5,9 kg) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos anteriormente. Seguir la preparación del espécimen, para los suelos secos ó adición del agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

**Compactación.-** Después del curado si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

- Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.
- Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El método de enlace ó unión al cimiento rígido debe permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.
- Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 2 pulg (5 mm) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactados o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 1/4pulg (6 mm) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 1/4pulg (6 mm) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas (101,6 mm) ó 56 golpes para el molde de 6 pulgadas (152,4 mm).





*Nota 7: Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.*

- Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o despejado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde.
- Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 gr del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad.
- Después de la compactación del último espécimen, comparar los Pesos Unitarios Húmedos para asegurar que el patrón deseado de obtención de datos en cada lado del óptimo contenido de humedad sea alcanzado en la curva de compactación para cada Peso Unitario Seco y Plotear el Peso Unitario Húmedo y Contenido de Agua de cada espécimen compactado puede ser una ayuda para realizar esta evaluación. Si el patrón deseado no es obtenido, serán necesarios compactar especímenes adicionales. Generalmente, un valor de contenido de agua mayor que el contenido de agua definido por el máximo Peso Unitario Húmedo es suficiente para asegurar los datos del lado más húmedo que el óptimo contenido de agua para el máximo Peso Unitario seco.

#### CALCULOS

- Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado, Plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig.3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,1 lbf /pie<sup>3</sup> (0,2 kN/m<sup>3</sup>) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el máximo Peso Específico y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D4718 ("Método de ensayo para la corrección del Peso Unitario y Contenido de Agua en suelos que contienen partículas sobredimensionadas"). Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas con el uso de la formula (4) (ver ejemplo, Fig.3).

*Nota 8: La curva de saturación al 100% es una ayuda en el bosquejo de la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92% a 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede trazarse a la derecha de la curva de 100% de*



saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.

**Nota 9:** La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

- Contenido de Agua,  $w$ .
- Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (Ec 1), la densidad seca (Ec 2) y luego el Peso Unitario Seco (Ec 3) como sigue:

$$\rho_m = \frac{(M_t - M_{md})}{1000 * V} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

$\rho_m$  = Densidad Húmeda del espécimen compactado ( $Mg/m^3$ )

$M_t$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

$M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)

$V$  = Volumen del molde de compactación ( $m^3$ )

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$\rho_d$  = Densidad seca del espécimen compactado ( $Mg/m^3$ )

$w$  = contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \text{ pd en lbf/ft}^3 \dots\dots\dots(3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \text{ pd en kN/m}^3$$

Donde:

$\gamma_d$  = peso unitario seco del espécimen compactado.

En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \dots\dots(4)$$

Donde:

$W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua 62,43 lbf/ pie<sup>3</sup> ó (9,807kN/m<sup>3</sup>).

$\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.

$G_s$  = Gravedad específica del suelo.

**Nota 10.-** La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica.

Tabla N°01

Tiempos establecidos y requeridos para humedecimiento de Especímenes

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16

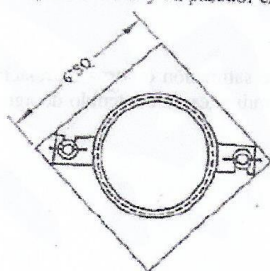




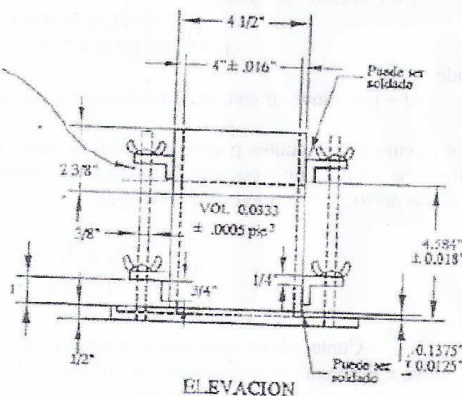
### TERMINOLOGIA

- Definiciones.-Ver Terminología ASTM D-653 para definiciones generales.
- Descripción de Términos Específicos a esta Norma:
- Esfuerzo Modificado.- Es el término aplicado para el esfuerzo de compactación de 56 000 lb-pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>) aplicado por el equipo y procedimientos de este ensayo.
- Máximo Peso Unitario Seco Modificado,  $\gamma_{\text{máx}}$  (lb/pie<sup>3</sup> ó kN/m<sup>3</sup>), el máximo valor definido por la curva de compactación del ensayo usando el esfuerzo modificado.
- Optimo Contenido de Humedad Modificado,  $w_o(\%)$ .- Es el contenido de agua al cual el suelo puede ser compactado al máximo Peso Unitario Seco usando el esfuerzo de Compactación Modificada.
- Fracción de tamaño mayor (Fracción Gruesa),  $P_c(\%)$ .- Es la porción de la muestra total que no se utiliza en la ejecución del ensayo de compactación; esta puede ser la parte de la muestra total retenida en la malla N° 4 (3,74 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó 3/4 pulg (19,0 mm).
- Fracción Ensayada ó de Prueba (Fracción Fina),  $P_F(\%)$ .- La parte de la muestra total usada en la ejecución de la prueba de compactación; esta puede ser la fracción pasante la malla N° 4 (4,75 mm) en el Método A, menor a la malla 3/8 pulg (9,5 mm) en el Método B, ó menor que la malla 3/4 pulg (19,0 mm) en el Método C.

Como alternativa al parante de longitud completa, puede utilizarse un parante de 2 1/2" x 3/8". El collar puede fijarse mediante una cartela ranurada sujeta al collar y un pasador en el molde



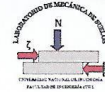
PLANTA



ELEVACION

FIGURA 1 Molde cilíndrico. 4,0 pulg





Como alternativa al parante de longitud completa, puede utilizarse un parante de  $2\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}''$ . El collar puede fijarse mediante una carreta ranurada sujeta al collar y un pasador en el molde.

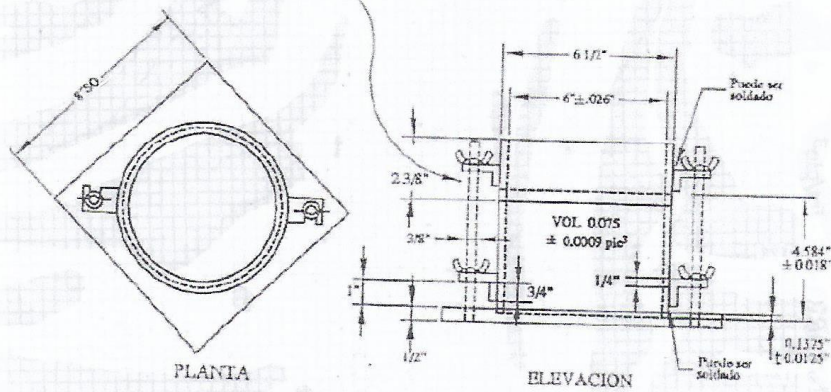
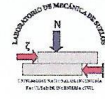


FIGURA 2 Molde cilíndrico, 6,0 pulg



### ENSAYO DE COMPACTACION

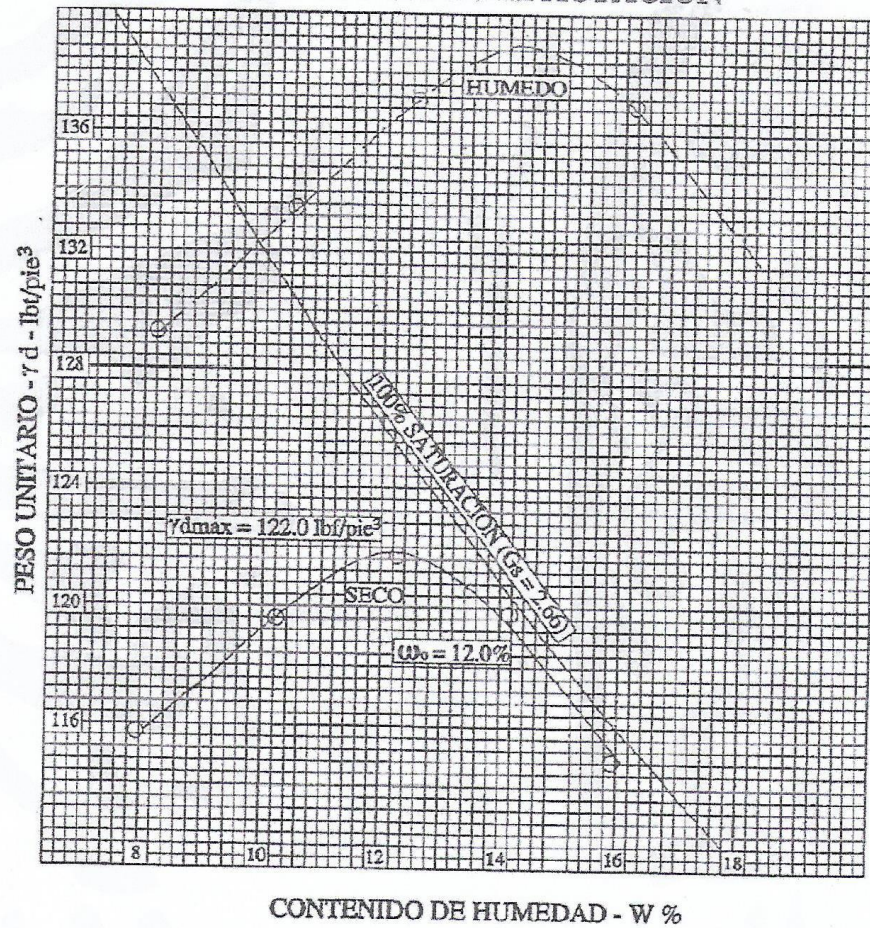
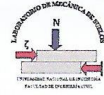


FIG. 3 EJEMPLO DE GRAFICO DE CURVA DE COMPACTACION



## ENSAYO PROCTOR ESTANDAR

Metodo B

COMPACTACION					
Prueba N°	1	2	3	4	5
N° de capas	5	5	5	5	
N° de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso del molde + Suelo compactado (gr)	4047.0	4212.0	4248.0	4237.0	
Peso del Molde (gr)	1974.0	1974.0	1974.0	1974.0	
Peso suelo compacto (gr)	2073.0	2238.0	2274.0	2263.0	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	935.1	935.1	935.1	935.1	
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.217	2.393	2.432	2.420	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.148	2.246	2.245	2.200	

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Tara N°	M-H	N-37	T-31	QKQ	
Tara + suelo humedo (gr)	120.8	119.0	139.0	157.1	
Tara + suelo seco (gr)	118.6	114.4	131.0	146.9	
Peso del agua (gr)	2.2	4.6	8.0	10.2	
Peso de tara (gr)	49.7	44.5	34.7	45.1	
Peso suelo seco (gr)	68.9	69.9	96.3	101.8	
Contenido de humedad(%)	3.2	6.6	8.3	10.0	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.148	2.246	2.245	2.200	

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) 2.251 (gr/cm<sup>3</sup>)  
Optimo Contenido Humedad(%) 7.5 (%)

# ASTM D 1883





## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

### Referencia

ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles ( Experimento N° 19) , MTC E 132-2000

### OBJETIVO

- Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.
- Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.

### APARATOS

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 2.7.
- El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0.05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la



medida de carga debe ser de 44.5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 2.2 Molde, de metal, cilíndrico, de  $152.4 \text{ mm} \pm 0.66 \text{ mm}$  ( $6 \pm 0.026$ ") de diámetro interior y de  $177.8 \pm 0.46 \text{ mm}$  ( $7 \pm 0.018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50.8 mm (2.0") de altura y una placa de base perforada de 9.53 mm ( $3/8$ ") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm ( $28 \text{ 1/16}$ ") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.
- Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150.8 mm ( $5 \text{ 15/16}$ ") de diámetro exterior y de  $61.37 \pm 0.127 \text{ mm}$  ( $2.416 \pm 0.005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).
- Aparato medidor de expansión compuesto por:





- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1.6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0.025 mm (0.001") (véase Figura 1c).
- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02$  kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

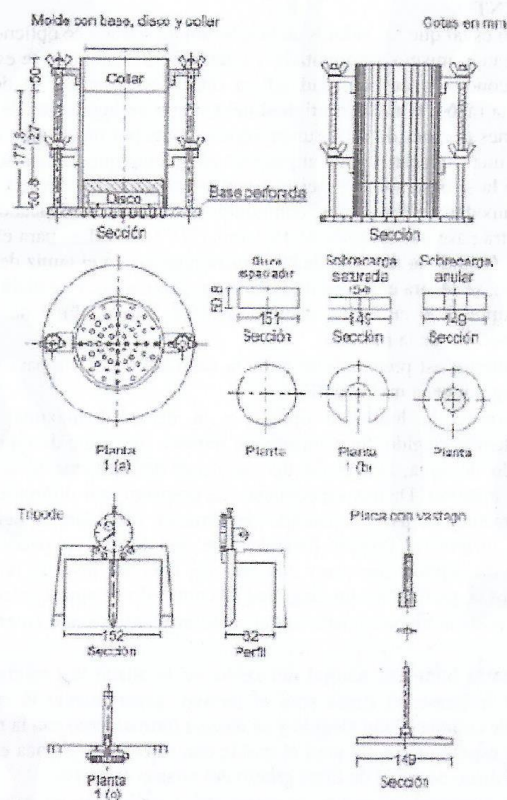


Figura 1

- **Pistón de penetración**, metálico de sección transversal circular, de  $49.63 \pm 0,13$  mm (1,954  $\pm$  0,005") de diámetro, área de 19.35 cm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 3.4, pero nunca menor de 101.6 mm (4").





- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- Una Poza, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- 2.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ).
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1g y 0.1g, respectivamente.
- Tamices, de 4.76 mm (No. 4), 19.05 mm (3/4") y 50.80 mm (2").
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

### PROCEDIMIENTO

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

**Preparación de la Muestra.-** Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

- De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.
- Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.
- Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.
- Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

**Elaboración de especímenes.** Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

- Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la



óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestren la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

*Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.*

- Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.
- Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.
- Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

**Inmersión.** Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb) (véase Figura 2b).

*Nota 2: A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg (10 lb) de sobrecarga.*

- Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2).
- Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.
- Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.
- Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.





**Penetración.** Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con  $\pm 2.27$  kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

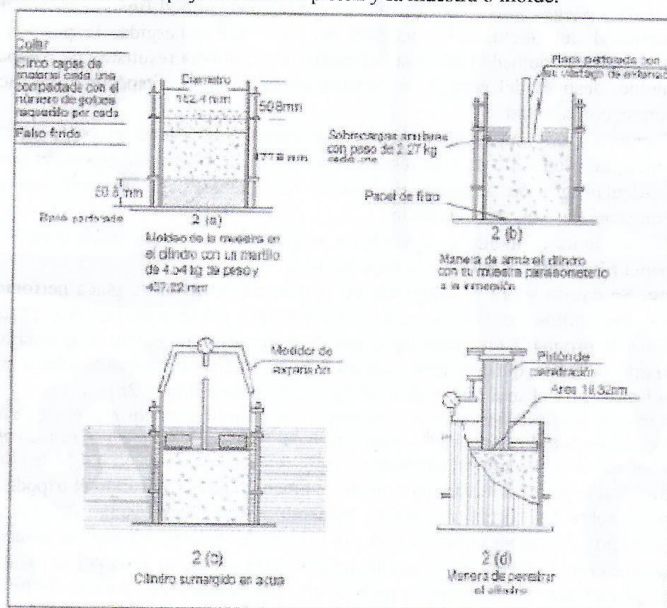


Figura 2 Determinación del valor de la reacción de soporte en el laboratorio

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Penetración	
Milímetros	Pulgadas



0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables. Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

#### CALCULOS

**Humedad de compactación.** El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

**Densidad o peso unitario.** La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

**Agua absorbida.** El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 3.2 y 3.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

**Presión de penetración.** Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3)

**Expansión.** La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 3.2. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Siendo



L1 = Lectura inicial en mm.

L2 = Lectura final en mm.

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:





Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

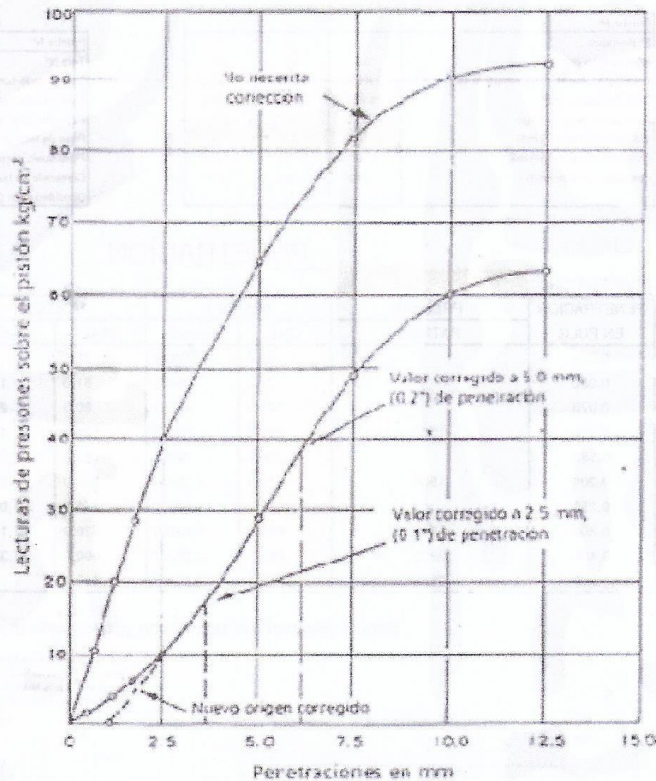


Figura 3.

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg<sup>2</sup>) y 10,3 MPa (1500 lb/plg<sup>2</sup>) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08





mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

### COMPACTACION CBR

COMPACTACION			
Prueba Nº	1	2	3
Nº de capas	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	25	10
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	8926,0	8532,0	8341,0
Peso del Molde (gr)	4235,0	3693,0	4100,0
Peso suelo compacto (gr)	4691,0	4839,0	4241,0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2110,0	2120,0	2115,0
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,223	2,141	2,005
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,016	1,940	1,818

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Prueba Nº	1	2	3
Tara Nº	5	20	23
Tara + suelo humedo (gr)	157,7	152,9	159,3
Tara + suelo seco (gr)	146,3	142,0	148,1
Peso del agua (gr)	11,4	10,9	11,2
Peso de tara (gr)	35,6	37,1	39,3
Peso suelo seco (gr)	110,7	104,9	108,8
Contenido de humedad(%)	10,3	10,4	10,3
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,016	1,940	1,818

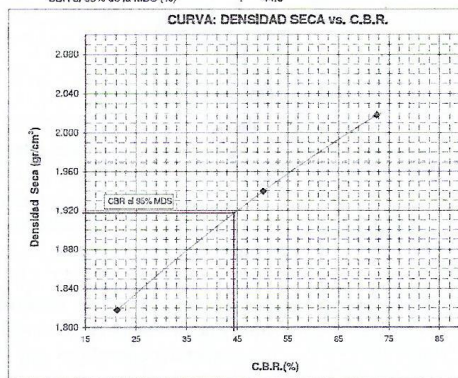
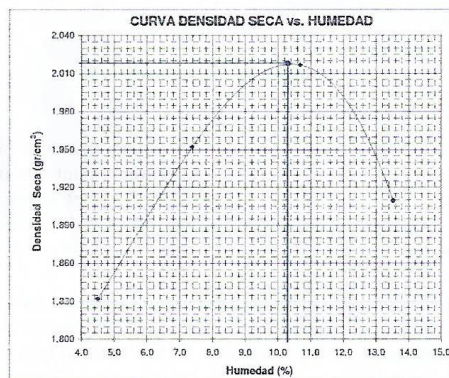
### PENETRACION

CORRECCION : 10,304

PENETRACION EN PULG	PRESION	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	PATRON	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion
0.025		32,0	109,9	25,0	85,9	7,0	24,0
0.050		77,0	264,5	51,0	175,2	15,0	51,5
0.075		125,0	429,3	80,0	274,8	24,0	82,4
0.100	1000	189,0	649,2	124,0	425,9	39,0	134,0
0.150		286,0	982,3	183,0	628,5	55,0	188,9
0.200	1500	374,0	1,284,6	239,0	820,9	73,0	250,7
0.250		481,0	1,652,1	293,0	1,006,4	85,0	291,9
0.300	1900	559,0	1,920,0	330,0	1,133,4	101,0	346,9
0.400	2300	685,0	2,352,7	400,0	1,373,9	131,0	449,9
0.500	2600	758,0	2,603,5	445,0	1,528,4	150,0	515,2

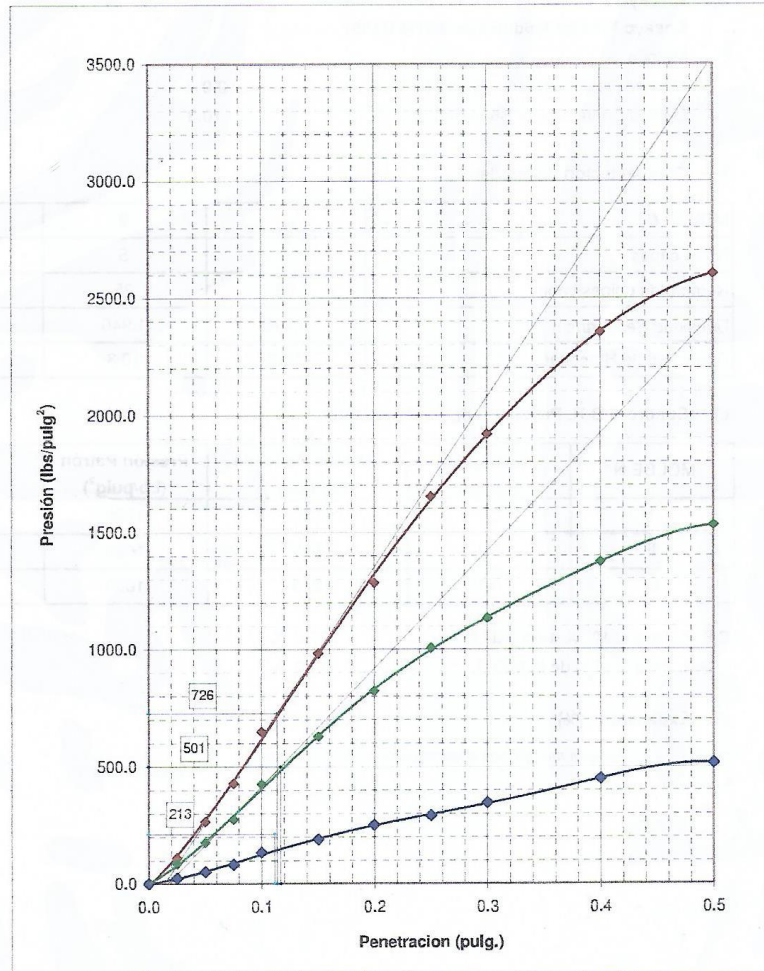
### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,018  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10,3  
CBR al 100% de la MDS (%) : 72,6  
CBR al 95% de la MDS (%) : 44,3





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883





## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883

## a).- Ensayo Preliminar de Compactación

## Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557

Método : A  
Máxima Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ ) : 2.018  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.3

## b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.018	1.940	1.818
Contenido de Humedad	10.3	10.3	10.3

## c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	726	1000	72.6
II	0.1	501	1000	50.1
III	0.1	213	1000	21.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 72.6 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 44.3 %

d).- Expansión (%) : No presenta

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

## PLANO DE UBICACIÓN







DOI: 10.1002/9781118466396.ch12



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Estabilización del suelo en el A.H. Solidex Bajo del C.P. San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares. Ancash- 2018"

### TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

JOSUÉ BERNABÉ COBEÑAS LAYZA

ASESORA:

 SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

CHIMBOTE – PERU

2018

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

ÍNDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJO DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[cybertesis.uach.cl](https://cybertesis.uach.cl)

Fuente de Internet

2%

3

[idus.us.es](https://idus.us.es)

Fuente de Internet

2%

4

[biblio3.url.edu.gt](https://biblio3.url.edu.gt)

Fuente de Internet

1%

5

[prezi.com](https://prezi.com)

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universitat Politècnica de València

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

Yo, Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL A.H. SOLIDEX BAJO DEL C.P. SAN JACINTO DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH – 2018", del (de la) estudiante COBEÑAS LAYZA JOSUE BERNABE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 11 de Julio del 2018




Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO

DNI: 32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 07
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 2

Yo Josué Bernabé Cobeñas Layza, identificado con DNI N° 44154846, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Estabilización del suelo en el asentamiento humano Solidex Bajo del centro poblado San Jacinto distrito de Nepeña con material plástico reciclado con fines de cimentación de viviendas unifamiliares, Ancash- 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 FIRMA

DNI: 44154846

FECHA: 13 de Julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

COBEÑAS LAYZA JOSUE BERNABE

INFORME TÍTULADO:

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL A.H. SOLIDEX BAJO DEL C.P. SAN JACINTO DISTRITO DE NEPEÑA CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO CON FINES DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, ANCASH - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de Julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: Catorce (14)

---

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. DE INGENIERÍA CIVIL

